

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-166881

(43)Date of publication of application : 22.06.2001

(51)Int.Cl.

G06F 3/033

G06F 3/00

(21)Application number : 2000-218969

(71)Applicant : NIKON GIJUTSU KOBO:KK  
NIKON CORP

(22)Date of filing : 19.07.2000

(72)Inventor : ISHINO YUKINOBU  
KASUYA SUMIYOSHI

(30)Priority

Priority number : 11281462

Priority date : 01.10.1999

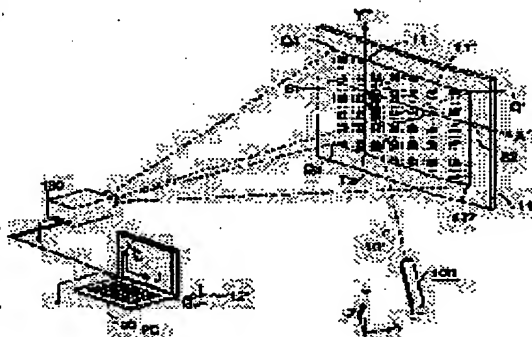
Priority country : JP

## (54) POINTING DEVICE AND ITS METHOD

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a small and light pointing device with extremely high degree of freedom in operability to enable a cursor display operation and a command executing operation from an optional operating position to a display screen, and its method.

**SOLUTION:** This pointing device is constituted by providing an image pickup means to pick up an image of a position to be detected on a displayed image by including plural feature points, a pointing input means having a first operating means 8 to transmit a shutter signal to the image pickup means and a second operating means 14 to transmit a command execution signal in the position to be detected obtained by operation of the first operating means and an image processing means 5 to calculate a coordinate position of the position to be detected on the displayed image at a point the image of which is picked up at a reference position on an image pickup surface based on a coordinate position of the feature point of image data transmitted from the pointing input means 100.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] Pointing equipment which is characterized by providing the following and which operates a detected location on a displayed image An image pick-up means to picturize a detected location on said display image including two or more focus A 1st actuation means to send out a shutter signal to said image pick-up means A pointing input means to have a 2nd actuation means to send out a command execution signal in said detected location obtained by actuation of said 1st actuation means An image-processing means to calculate a coordinate location of a detected location on said display image in a point picturized in a criteria location on an image pick-up side based on a coordinate location of said focus of image data sent out from said pointing input means

[Claim 2] Pointing equipment which is characterized by providing the following and which operates a detected location on a displayed image An image pick-up means to picturize a detected location on said display image including two or more focus where a criteria location on an image pick-up side which was able to be defined beforehand is suited A 1st actuation means to send out a shutter signal to said image pick-up means A pointing input means to have a 2nd actuation means to send out a command execution signal in said detected location obtained by actuation of said 1st actuation means An image-processing means to calculate a coordinate location of a detected location on a display image based on a coordinate location of said focus of image data sent out from said pointing input means

[Claim 3] Pointing equipment according to claim 1 or 2 characterized by providing the following. Said image-processing means is a focus extract means to extract said focus based on image data picturized by said image pick-up means. A posture operation means to calculate a posture of a display image plane over an image pick-up side based on a coordinate location of the focus on an image pick-up side extracted by said extract means A coordinate operation means to detect a coordinate of a detected location on an image displayed on said display means based on a posture parameter computed by said posture operation means, and a coordinate location of said focus

[Claim 4] Said display image is pointing equipment according to claim 1 to 3 characterized by including said two or more focus.

[Claim 5] Said display image is pointing equipment according to claim 1 to 4 characterized by being the image projected from the light source.

[Claim 6] Said 1st actuation means is pointing equipment according to claim 1 to 3 characterized by sending out an intermittent shutter control signal to said image pick-up means if pushed during beyond

predetermined time.

[Claim 7] Said pointing input means is pointing equipment according to claim 2 or 3 characterized by having a finder performing an image pick-up in the condition that said detected location suits a criteria location on an image pick-up side defined beforehand.

[Claim 8] Said pointing input means is pointing equipment according to claim 2 or 3 characterized by having a light beam exposure means to irradiate a light beam which makes the luminescent spot a detected location to perform an image pick-up in the condition that said detected location suits a criteria location on an image pick-up side defined beforehand.

[Claim 9] Pointing equipment according to claim 8 characterized by an optical axis of said image pick-up means and an optical axis of said light beam exposure means being mostly in agreement.

[Claim 10] said posture operation means -- \*\*\*\*\* for fluoroscopy projective-transformation means -- pointing equipment according to claim 3 characterized by things.

[Claim 11] Said fluoroscopy projective-transformation means is pointing equipment according to claim 10 characterized by carrying out using a vanishing point.

[Claim 12] A posture parameter of said posture operation means is pointing equipment according to claim 3 characterized by carrying out using a vanishing point. [Claim 13] Said posture operation means is pointing equipment according to claim 11 or 12 characterized by to have a disappearance focus calculation means compute the coordinate location of the intersection of a disappearance straight line calculation means compute the disappearance straight line which connects a vanishing point calculation means compute a vanishing point, and the criteria location which were beforehand defined on said vanishing point and said image pick-up side, and the straight line for b two points which said disappearance straight line and said focus adjoin, based on the coordinate location of said focus.

[Claim 14] Pointing equipment according to claim 11 to 13 characterized by having an image-system-of-coordinates conversion means to rotate image pick-up image data centering on a criteria location on an image so that one vanishing point may be in agreement with either the X-axis of image system of coordinates, or a Y-axis among said vanishing points.

[Claim 15] Said criteria location is pointing equipment according to claim 1 to 14 characterized by an optical axis of said image pick-up means being the point of cutting an image pick-up side.

[Claim 16] Said criteria location is pointing equipment according to claim 1 to 14 characterized by being the center position of an image pick-up side.

[Claim 17] Pointing equipment according to claim 1 to 3 characterized by having a warning means to warn when the predetermined focus is not extracted by said focus extract means.

[Claim 18] A pointing method characterized by providing the following of operating a detected location on a displayed image An image pick-up step which picturizes a detected location on a display image including two or more focus The 1st actuation step which sends out a shutter signal to said image pick-up step A pointing input step containing the 2nd actuation step which sends out a command execution signal in said detected location obtained as a result of said 1st actuation step An image-processing step which calculates a coordinate location of a detected location on said display image in a point picturized in a criteria location on an image pick-up side based on a coordinate location of said focus of image data sent out from said pointing input step

[Claim 19] A pointing method characterized by providing the following of operating a detected location on a displayed image An image pick-up step picturized where a criteria location on an image pick-up side

which was able to define a detected location on a display image beforehand including two or more focus is suited The 1st actuation step which sends out a shutter signal to said image pick-up step A pointing input step containing the 2nd actuation step which sends out a command execution signal in said detected location obtained by actuation of said 1st actuation step An image-processing step which calculates a coordinate location of a detected location on a display image based on a coordinate location of said focus of image data sent out from said pointing input step

[Claim 20] A pointing method according to claim 19 characterized by providing the following Said image-processing step is a focus extract step which extracts said focus based on image data sent out from said pointing input step. A posture operation step which calculates a posture of a display image plane over an image pick-up side based on a coordinate location of the focus on an image pick-up side extracted by said extract step A coordinate operation step which calculates a coordinate of a detected location on an image displayed based on a posture parameter computed by said posture operation step and a coordinate location of said focus

[Claim 21] Said display image is the pointing method according to claim 17 to 20 characterized by including said two or more focus.

[Claim 22] Said display image is the pointing method according to claim 17 to 21 characterized by being the image projected from the light source.

[Claim 23] Said 1st actuation step is the pointing method according to claim 18 to 20 characterized by sending out an intermittent shutter control signal to said image pick-up means if pushed during beyond predetermined time.

[Claim 24] Said pointing input step is the pointing method according to claim 17 to 19 characterized by including a light beam exposure step which irradiates a light beam which makes the luminescent spot a detected location to perform an image pick-up in the condition that said detected location suits a criteria location on an image pick-up side defined beforehand.

[Claim 25] Said posture operation step is the pointing method according to claim 20 characterized by carrying out by fluoroscopy projective-transformation processing.

[Claim 26] It is the pointing method according to claim 20 characterized by performing said fluoroscopy projective-transformation processing using a vanishing point.

[Claim 27] A posture parameter of said posture operation step is the pointing method according to claim 20 characterized by carrying out using a vanishing point.

[Claim 28] Said posture operation step is the pointing method according to claim 27 characterized by to be included the disappearance focus calculation step which computes the coordinate location of the intersection of the disappearance straight line calculation step which computes the disappearance straight line which connects the vanishing point calculation step which computes a vanishing point, and the criteria location beforehand defined on said vanishing point and said image pick-up side, and the straight line for two points which said disappearance straight line and said focus adjoin based on the coordinate location of said focus.

[Claim 29] A pointing method according to claim 27 or 28 characterized by having an image system-of-coordinates conversion step which rotates image pick-up image data centering on a criteria location on an image so that one vanishing point may be in agreement with either the X-axis of image system of coordinates, or a Y-axis among said vanishing points.

[Claim 30] Said criteria location is the pointing method according to claim 17 to 29 characterized by an

optical axis of said image pick-up means being the point of cutting an image pick-up side.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]**

**[0001]**

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the equipment which controls the cursor display on the image by which especially the computer output was carried out, and command execution, and its method about the pointing equipment on a display, and its method.

**[0002]**

[Description of the Prior Art] A direct coordinate input is carried out in the display screen of a computer, or projecting a computer screen by the projector at a screen top, and performing cursor actuation is performed frequently recently. A directions location is pinpointed for the image top projected especially with a laser pointer etc., and the pointing device which can perform command execution actuation of the main part of a computer, edit, enlarging or contracting, etc. attracts attention. As these conventional examples, JP,2-306294,A, JP,3-176718,A, JP,4-305687,A, JP,6-308879,A, JP,6-332612,A, JP,7-121293,A, JP,7-191797,A, JP,10-187340,A, JP,11-143629,A, etc. are raised.

**[0003]** JP,2-306294,A which is the typical conventional example consists of fixed CCD cameras for being turned on the laser pointer which directs the detected location on the screen projected by the projector and a screen, and detecting the luminescent spot of a laser pointer. This CCD camera tends to detect the laser luminescent spot on a screen for every predetermined time, and it is going to detect the location of the luminescent spot on a screen.

**[0004]** Moreover, it is equipment which two or more light emitting devices are arranged near the screen, and the photo detector which receives the light from two or more light emitting devices is prepared in an indicator, calculates by the computer based on the optical reinforcement from a light emitting device, or the directivity of light, and enabled it to pinpoint the location on a screen, and even if an operator operates JP,6-308879,A in the location of arbitration, it is equipment which can pinpoint the directions location on a screen.

**[0005]** Furthermore, the mouse with a wireless mold laser pointer for presentations is used recently. This equipment unites the laser pointer function indicating a screen top with the wireless mouse which operates a computer screen.

**[0006]**

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, if the image projected on the problem an operator and a man keep as close between a camera and a screen, and location detection becomes impossible, or the screen turns into a high brightness image, the problem to which luminescent-spot detection of a laser

beam becomes difficult will produce conventional pointing equipment, for example, the pointing equipment which carries out location detection with a fixed camera like JP,2-306294,A. Furthermore, the space in which a fixed camera is installed is needed, equipment is enlarged, and the problem that the flexibility of operability is low and versatility is missing is also produced.

[0007] Moreover, the method of receiving the light which prepares a light emitting device on the display screen, and emits light like JP,6-308879,A by the optoelectric transducer in which it was prepared by the indicator The method of computing a detected location by detecting the problem that versatility is missing in order to carry out location detection and to have to prepare a light emitting device in the display screen, and the directivity and reinforcement of optical reinforcement The problem that the device of photo detector structure for that does not have a high detected location precision on necessity and a screen arises.

[0008] Furthermore, the laser pointer function indicating the part directed on the mouse function to operate a computer screen, and a screen only combines the mouse with a wireless mold laser pointer, a laser pointer function only points to an image location, and the mouse function is not functionally related at all. Therefore, while carrying out menu manipulation, it is operated and there is a problem that advance of a \*\*\*\*\* presentation is interrupted.

[0009] The purpose of this invention is a thing which enable cursor display actuation and command execution actuation from an arbitration location to the display screen and for which high, small, and lightweight the pointing equipment and the method of flexibility of operability are offered very much.

[0010]

[Means for Solving the Problem] In order to solve a trouble mentioned above, pointing equipment of claim 1 of this invention An image pick-up means to picturize a detected location on said display image including two or more focus, A pointing input means to have a 1st actuation means to send out a shutter signal to said image pick-up means, and a 2nd actuation means to send out a command execution signal in said detected location obtained by actuation of said 1st actuation means, It is characterized by having an image-processing means to calculate a coordinate location of a detected location on said display image in a point picturized in a criteria location on an image pick-up side, based on a coordinate location of said focus of image data sent out from said pointing input means.

[0011] Where a criteria location on an image pick-up side which was able to be defined beforehand is suited, pointing equipment of claim 2 of this invention a detected location on said display image An image pick-up means to picturize including two or more focus, and a 1st actuation means to send out a shutter signal to said image pick-up means, A pointing input means to have a 2nd actuation means to send out a command execution signal in said detected location obtained by actuation of said 1st actuation means, It is characterized by having an image-processing means to calculate a coordinate location of a detected location on a display image, based on a coordinate location of said focus of image data sent out from said pointing input means. Pointing equipment of claim 3 of this invention is added to claim 1 or two publications. Said image-processing means A focus extract means to extract said focus based on image data picturized by said image pick-up means, A posture operation means to calculate a posture of a display image plane over an image pick-up side based on a coordinate location of the focus on an image pick-up side extracted by said extract means, It is characterized by having a coordinate operation means to detect a coordinate of a detected location on an image displayed on said display means based on a posture parameter computed by said posture operation means, and a coordinate location of said focus.



[0012] A pointing method of claim 18 of this invention An image pick-up step which picturizes a detected location on display image including two or more focus, The 1st actuation step which sends out a shutter signal to said image pick-up step, A pointing input step containing the 2nd actuation step which sends out a command execution signal in said detected location obtained as a result of said 1st actuation step, It is characterized by including an image-processing step which calculates a coordinate location of a detected location on said display image in a point picturized in a criteria location on an image pick-up side based on a coordinate location of said focus of image data sent out from said pointing input step.

[0013] A pointing method of claim 19 of this invention An image pick-up step picturized where a criteria location on an image pick-up side which was able to define a detected location on a display image beforehand including two or more focus is suited, The 1st actuation step which sends out a shutter signal to said image pick-up step, A pointing input step containing the 2nd actuation step which sends out a command execution signal in said detected location obtained by actuation of said 1st actuation step, It is characterized by including an image-processing step which calculates a coordinate location of a detected location on a display image based on a coordinate location of said focus of image data sent out from said pointing input step.

[0014] A pointing method of claim 20 of this invention It adds to claim 18 or 19 publications. Said image-processing step A focus extract step which extracts said focus based on image data sent out from said pointing input step, A posture operation step which calculates a posture of a display image plane over an image pick-up side based on a coordinate location of the focus on an image pick-up side extracted by said extract step, It is characterized by including a coordinate operation step which calculates a coordinate of a detected location on an image displayed based on a posture parameter computed by said posture operation step and a coordinate location of said focus.

[0015]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the conceptual block diagram of the pointing equipment concerning the gestalt of operation. As for the screen plane where 100 becomes a pointing input means and 110 becomes a candidate for coordinate detection, and 120, a personal computer (hereafter referred to as PC) and 130 are projectors. Moreover, 111 is a display image projected on the screen plane. Moreover, Q1, Q2, Q3, and Q4 of four corners of a display image are the focus by which the configuration of a display image 111 is characterized, and the configuration formed of these focus is a rectangle plane. It is going to detect the detected location Ps on the screen plane 110 using the pointing input means 100. The pointing input means 100 can be operated from the location of arbitration to a screen 110. A dashed line 101 is an optical axis perpendicularly prolonged to the detected location on a display image from the center of the image pick-up side of the image pick-up means 1 formed in the pointing input means 100.

[0016] Although two or more focus made into a detected object with the gestalt of this operation considered as four corners of the display image projected on the screen plane (it is hereafter called a predetermined plane), you may make it project the criteria image which has two or more focus (or representation point of geometry) as a subject-copy image beforehand, and it should just be on a screen plane. In addition, two or more focus may be intersections of 2 sets of parallel groups which intersect perpendicularly mutually.

[0017] Drawing 2, configuration block drawing of the pointing equipment concerning the gestalt of operation of this invention in drawing 3, and drawing 4 are the conceptual configuration perspective diagrams of the pointing input means 100. The configuration of the pointing input means 100 concerning

the gestalt of this operation is equipped with all the configurations of pointing equipments other than image-processing means 5.

[0018] In configuration block drawing of drawing 2, 1 is an image pick-up means and the image pick-up means consists of lens optical system and an image sensor. A video camera is sufficient although the digital still camera which has a CCD image sensor was used with the gestalt of this operation. Moreover, since the detected location on the plane which is a photographic subject is pinpointed for the image pick-up means 1, the criteria location is defined beforehand. With the gestalt of this operation, a criteria location is made into the center of an image pick-up side, and is made into the zero Om of image system of coordinates (X-Y coordinate system). 2 is an A/D-conversion means which makes the image data picturized by the image pick-up means digital image data. The digital image data to which A/D conversion of 3 was carried out is a frame memory temporarily memorizable for every address corresponding to each pixel of a CCD image pick-up side.

[0019] This frame memory has the capacity which can be remembered that a continuation image pick-up is memorizable about dozens of MB. 4 is a control means. This control means 4 is equipped with ROM (un-illustrating), and the program which carries out fluoroscopy projection data processing, various control programs, etc. are stored.

[0020] 5 is an image-processing means. In this example, it has considered as the configuration which carries out an image processing in the personal computer side of drawing 7. The image-processing means 5 consists of a focus extract means 51 to extract the focus by which the rectangle configuration arranged at either on the plane in three-dimension space is characterized, and a location operation means 52 to perform detected location data processing based on the coordinate location of the extracted focus, based on the image data picturized and incorporated.

[0021] This focus extract means 51 is equipped with an extract decision means (un-illustrating) to judge whether the image data temporarily called in by the frame memory extracted the focus of a rectangle plane. By having this extract decision means, when the focus is not able to be extracted in an extract decision means, a beep sound can be emitted, and incorporation of an image can be again directed to an operator.

[0022] Moreover, the location operation means 52 consists of a plane posture operation means 521 to calculate the posture location of the predetermined plane over the image pick-up side in three-dimension space (X-Y-Z coordinate system), and a coordinate data-processing means 522 to calculate the coordinate of the detected location on a predetermined plane. Drawing 3 is details configuration block drawing of the plane posture operation means 522.

[0023] The plane posture operation means 521 consists of the vanishing point calculation means 5211, the disappearance straight line calculation means 5212, a disappearance focus calculation means 5213, an image system-of-coordinates conversion means 5214, and a fluoroscopy projective-transformation means 5215. 6A is a light beam exposure means, and an LED light emitting device and a semiconductor laser generator are used. The light beam exposure means 2 is [ that what is necessary is just what emits light with the visibility which directs a detected location ] good with the general-purpose laser pointer which can pinpoint the part which an operator directs in the case of a presentation or a meeting.

[0024] Drawing 5 is an example of the optical system of an equipment configuration using light beam exposure means 6A shown by drawing 4. It is the example using infrared laser as a light beam exposure means. the laser light which became parallel from the 60 light sources with 61 collimate lenses when the

power supply was turned on is reflected through 62 mirrors by 13 mirrors prepared on the medial axis of image pick-up optical system -- having -- a predetermined plane top -- the luminescent spot -- \*\* -- it is led by carrying out. An image pick-up lens and 11 consist of [ image pick-up optical system ] CCD for 12. The optical axis of the laser for pointing by which outgoing radiation is carried out from a pointing input means serves as optical system which is in agreement with the optical axis of image pick-up optical system. A mirror 13 is a half mirror which is made to reflect infrared laser and penetrates the light.

[0025] The laser for pointing is turned off at the time of an image pick-up that what is necessary is just to be able to check the detected location on the display screen. Therefore, a mirror 13 may be made into a device which carries out a mirror rise when picturizing. Light beam exposure means 6A and the image pick-up means 1 are established by the physical relationship decided beforehand so that the detected location on the predetermined plane irradiated by light beam exposure means 6A may agree with the criteria location on an image pick-up side. Although it is made in agreement [ the optical axis of an image pick-up lens and the optical axis of laser radiation optical system ] by a diagram, since laser light is only checked by looking, it does not necessarily need to be [ that the luminescent spot on a predetermined plane should just be near the detected location ] in agreement.

[0026] 7 is a laser radiation carbon button and 8 is a shutter release (the 1st actuation means). 7 and 8 are a two-step switch, and when the 1st step is pushed, they are turned off only by pointing to a detected location only by irradiating infrared laser. By pushing the 2nd more step, the shutter of an image pick-up means goes out, and an image can be captured now.

[0027] 9 is the output signal processing section. Since the image-processing means 5 prepares for the personal computer side like this example, with this output-processing means, the picturized image data is sent out to external instruments, such as a personal computer. if the transmitting means which can send out an image data out signal as a wireless signal as an output signal processing means 9 is used -- the operability of equipment -- markedly -- alike -- breadth -- it is effective.

[0028] Drawing 6 is an example of the optical system of the pointing equipment which replaced with the optical exposure beam means as a method of doubling a criteria location with a detected location, and was equipped with collimation means 6B. The cross line 74 is beforehand minced by collimation means 6B in the criteria location on an image pick-up side, and the location in agreement, and the detected location on a predetermined plane is detected by picturizing the location of this cross line according to a detected location. Thus, the image pick-up is made to be performed in the condition of suiting the criteria location on the image pick-up side defined beforehand, by using the finder, the light beam exposure means, etc. which the collimation means was established, at the time of an image pick-up. Therefore, since the criteria location is made into the center of the point, i.e., an image pick-up image, that the optical axis of an image pick-up lens cuts an image pick-up side, even if it does not perform actuation in which an operator doubles a criteria location with a detected location, it is also possible for turning an image pick-up means in the detected location direction to carry out pointing actuation, looking at the display screen.

[0029] Although the configuration of the location detection equipment concerning the gestalt of this operation uses the pointing input means 100 and the image-processing means 5 equipped with the image pick-up means 1 as another object and equipped the internal storage and the external record medium of external instruments, such as a personal computer, with the image-processing means 5, it is good also as a pointing input means 100 which made one the image pick-up means and the image-processing means.

[0030] 14 and 15 are a command execution output carbon button (the 2nd actuation means) and a pop-up menu button. The 2nd actuation means 14 is a carbon button which is equivalent to the double click of the left-click carbon button of the usual mouse cursor, doubles a cursor location with objects for actuation, such as an icon on a screen, drawing, and a text, and sends out a command execution signal.

[0031] The pop-up menu button 15 is equivalent to the right-click carbon button of the usual mouse cursor. It is the actuation which performs a pop up menu display in the location which is indicating by cursor. With the gestalt of this operation, drag actuation to which a cursor location is doubled with the single click actuation and the object object which determine the cursor location which is basic actuation of the usual mouse cursor, and an object is moved is performed using a shutter release (the 1st actuation means) 8.

[0032] Next, the block configuration of the personal computer which inputs the image pick-up image data outputted from the pointing input means and a command execution signal is explained. Drawing 7 is configuration block drawing of a personal computer. Since detailed explanation of the image-processing means 5 was mentioned above, it excludes here.

[0033] 120 is connected with the main part of a personal computer (it is henceforth called a personal computer), and 121 is connected with the display. 130 is a projector, and it connects with the main part of a personal computer, and it projects a personal computer screen on a screen. A display 122 may not be then.

[0034] 121 is a receiving means and receives the image pick-up image data and command execution signal which were outputted from the pointing input means. The detected position signal received from the pointing input means includes, and \*\*\*\*\* image pick-up data is processed with an image-processing means, and is outputted as a detected position signal.

[0035] 124 is a cursor control means (equivalent to a mouse driver) for controlling cursor actuation. The cursor control means 124 possesses the cursor location control means 125 which changes and outputs a detected position signal to the cursor location signal of the system of coordinates on a personal computer screen, and a cursor display-control means 126 to control a configuration, a color, etc. of cursor.

[0036] moreover The cursor control means 126 is incorporable into OS (operating system) or an application program. Next, basic actuation of the pointing equipment of the gestalt of operation of this invention is explained.

[0037] Drawing 8 is a flow chart explaining basic actuation of the equipment of the gestalt of this operation. The power supply of detection equipment turns on at step S100. The criteria location defined beforehand in the image pick-up side of image system of coordinates is doubled with the detected location which it is going to detect on the display plane which contains two or more focus in three-dimension space in step S101. the gestalt of this operation -- if it is, this criteria location is made into the center of the point, i.e., an image pick-up image, that the optical axis of an image pick-up lens cuts an image pick-up side.

[0038] At step S102, the shutter 8 of an image pick-up means is turned ON in this condition of having doubled, and an image is captured. Image data signal processing is carried out, the captured image is stored in a frame memory, the geometric focus which it is going to extract beforehand in step S103 is extracted, and the center-of-gravity position coordinates  $q_1$ ,  $q_2$ ,  $q_3$ , and  $q_4$  of four marks by which a rectangle configuration is characterized in image system of coordinates are specified. At step S104, it judges then whether the geometric focus decided beforehand was extracted correctly. When not extracted

correctly, a beep sound is emitted in step S105, and an operator is told that it incorporates with an image pick-up means again. If the geometric focus defined beforehand is extracted, it will progress to the following step S106.

[0039] At step S106, data processing of the coordinate location of the posture location of the predetermined plane in three-dimension space or a detected location is carried out. The details of this step S106 are mentioned later. At step S107, the value which data-processing processing was carried out and was computed is doubled with a display means (un-illustrating), an external instrument, etc., signal processing is carried out, and it is outputted.

[0040] Next, actuation of each configuration of the image-processing means 5 of the pointing equipment of the gestalt of this operation is explained to details.

(a) The gestalt of focus extract processing book operation explains the display image projected on the predetermined plane. The whole display image is a rectangle configuration which makes the focus four corners Q1, Q2, Q3, and Q4. It picturizes so that this rectangle field portion may be contained by the image pick-up means. The time series image which are two shades from which display image concentration differs according to the timing at the time of an image pick-up is picturized. The subtraction image of the image of these two sheets is obtained. Binarization processing is performed based on these subtraction images, and two or more focus which has geometry is extracted. The coordinate location of these focus is pinpointed by methods, such as a method of elastic center.

[0041] Moreover, a criteria image is displayed as the focus into a display image, and you may make it picturize the image of two sheets of the existence of the criteria image as another subtraction-image method. The any may be used for it although the method of extracting the focus on a plane from image pick-up image data has a shade outline method and method-of-superposition \*\*\*\*\* in addition to the subtraction-image method which gave [ above-mentioned ] explanation.

[0042] Moreover, the geometry by which the rectangle configuration to project is characterized is beforehand stored in memory, and the method of superposition which carries out comparison reference and judges the image captured by the image pick-up means may be used.

(b) How to compute the position coordinate of the detected location Ps on the predetermined plane which has location data processing, next the focus placed into three-dimension space is explained concretely.

[0043] Drawing 9 is the flow chart which showed the concrete procedure which carries out data processing of the detected location on the predetermined plane placed into three-dimension space. They are the details of actuation of step S106 of the basic operation flow chart of drawing 8. The physical relationship of the posture of the image system of coordinates in the three-dimension space which has the X-Y-Z coordinate system which drawing 10 makes the image pick-up side of the pointing input means 100 X-Y coordinate system (it is called image system of coordinates), and sets the Z-axis as the shaft perpendicularly prolonged from the center of image system of coordinates, and the X\*-V system of coordinates on a predetermined plane (it is called a plane-coordinates system) is shown. View O is the location of the zero Om of image system of coordinates to the focal distance f. It considers as the angle psi of the circumference of the X-axis of an X-Y-Z coordinate system, the angle gamma of the circumference of a Y-axis, and the angles alpha or beta of the circumference of the Z-axis. The circumference of these angles all makes the clockwise rotation positive.

[0044] The operator showed the image pick-up image q which picturized the image pick-up direction of the image pick-up means 100 formed in the pointing input means towards the predetermined plane which

is a rectangle configuration from the location of arbitration to drawing 11 and drawing 12. The image picturized by drawing makes the detected location Ps which is a coordinate location on a plane have agreed in the criteria location (zero Om of an image pick-up side) set as the image pick-up side. These four focus q1, q2, q3, and q4 corresponds to Q1, Q2, Q3, and Q4 in the plane-coordinates system X\*-Y\* system of coordinates of drawing 1.

[0045] the configuration (rectangle configuration) in which the focus whose criteria location which shows a detected location is four pieces is formed -- being out of range. Drawing 12 is an example which is not included in rectangle configuration within the limits formed by the four focus which has the image pick-up image center made into the detected location on a predetermined plane.

(b1) Posture calculation processing of the plane which is the 1st step for calculating the plane location detected [ posture data-processing ] is explained, referring to the flow chart of drawing 9 and configuration block drawing of drawing 3, drawing 10 - drawing 17.

[0046] First, at step S111, straight line type I1.I2 which pass along the focus which the image pick-up image q adjoins, and I3 and I4 are computed based on the coordinate location of q1, q2, q3, and q4 which were already specified in the focus specification means of a focus extract means. Next, at step S112, the vanishing points T0 and S0 of image pick-up image data are computed using these straight line type. (Steps S111 and S112 are equivalent to processing of the vanishing point calculation means 5211 of configuration block drawing of drawing 3)

If the plane which has a rectangle configuration is picturized, a vanishing point surely exists in an image pick-up image. A vanishing point is a point which an parallel group converges. For example, straight line on the image pick-up side corresponding to straight line Q1Q2 q1q2 Straight line q3q4 corresponding to straight line Q3Q4, q1q4, and right-hand-side Q1Q4 If q2q3 are completely parallel, a vanishing point will exist in infinite distance. When it exists in infinite distance, even if fluoroscopy projection is carried out in the direction, the fluoroscopy effect does not show up.

[0047] The shape of a plan type placed into three-dimension space with the gestalt of this operation is a rectangle configuration. Therefore, in object frame, it has 2 sets of parallel, and one vanishing point will exist in each by the side of the X-axis and a Y-axis on the image pick-up image of image system of coordinates. The location of a vanishing point is shown in drawing 11 on the image pick-up data when picturizing in the location of arbitration. The vanishing point which produces the vanishing point produced in an X-axis side in an S0 and Y-axis side is set to T0. q1q2 The intersection of the extended straight line of q3q4 is the location of a vanishing point.

[0048] At step S113, after asking for vanishing points S0 and T0, the straight lines OmS0 and OmT0 which connected these vanishing points and the center Om of an image pick-up image are computed, and processing which asks for the focus qs1, qs2, qt1, and qt2 characterized by these straight lines is performed. (Step S113 is processing performed with the disappearance straight line calculation means 5112 of drawing 3)

each disappearance shaft S which connected vanishing points S0 and T0 and the image pick-up data center Om -- 0 Om T0Om computes the intersections qt1 (Xt1, Yt1), qt2 (Xt2, Yt2), qs1 (Xs1, Ys1), and qs2 (Xs2, Ys2) at which straight line q1q2 which pass along the two focus which adjoins each other, q3q4 and q2q3, and q1q4 are crossed. the explanation after qt1, qt2, qs1, and qs2 were computed -- setting -- S0Om, T0Om, qt1qt2, and qs1qs2 -- all will be called a disappearance straight line.

[0049] Disappearance straight line qt1qt2 and qs1qs2 correspond to the straight line on the basis of the



detected location Ps which intersected perpendicularly mutually respectively on a plane, and serve as a criteria straight line for computing a detected location. That is, each focus qt1, qt2, qs1, and qs2 of image system of coordinates (X-Y coordinate system) corresponds to the focus T1, T2, S1, and S2 of the predetermined plane in the plane-coordinates system (X\*-Y\* system of coordinates) of drawing 1.

[0050] In vanishing point calculation processing of step S112, when it is judged that a vanishing point exists in X shaft orientations of X-Y image system of coordinates (X-Y coordinate system) at infinite distance, a disappearance straight line turns into a straight line parallel to the X-axis. Next, it progresses to step S114. At step S114, it is made to rotate whenever [ angle beta ] focusing on Om so that the X-axis of image system of coordinates (X-Y coordinate system) may be in agreement with the disappearance straight line OmS0 by the side of the X-axis, and coordinate transformation processing made into X'-Y' system of coordinates is performed. The coordinate transformation processing which is made to rotate whenever [ angle alpha ] focusing on Om at this time so that the Y-axis of image system of coordinates may be in agreement with the disappearance straight line OmT0 by the side of a Y-axis, and is made into an X''-Y'' seat system is sufficient. Either is enough as the processing used with the gestalt of this operation. (Step S114 is processing performed with the image system-of-coordinates conversion means 5214 of drawing 3 )

Drawing 13 is drawing which is made to rotate image system of coordinates (X-Y coordinate system) whenever [ beta ] by making a clockwise rotation positive, and explains image coordinate transformation processing to X'-Y' system-of-coordinates and X''-Y'' system of coordinates, respectively.

[0051] These image system-of-coordinates rotation actuation is actuation of deciding one of the parameters showing the posture location of the predetermined plane which was equivalent to rotation of the circumference of the Z-axis in three-dimension space (X-Y-Z coordinate system), and was set in three-dimension space. Thus, straight line Q1Q2 on the predetermined plane placed into three-dimension space and Q3Q4 become physical relationship parallel to the X-axis by making disappearance straight line qs1qs2 (or OmS0) in agreement on the X-axis.

[0052] In the following step S115, based on the position coordinate in X'-Y' system of coordinates after X-Y coordinate conversion on the obtained image pick-up image The focus Q1, Q2, Q3, and Q4 on the predetermined plane which has a plane-coordinates system to the focus q1, q2, q3, and q4 of image system-of-coordinates X'-Y' system and the coordinate location of qt1, qt2, qs1, and qs2, and each coordinate location of T1, T2, S1, and S2 are matched. These matching is made by performing fluoroscopy projective-transformation processing in which the geometric technique was used. This fluoroscopy projection processing turns into processing which computes the angle psi of the circumference of the Y-axis which are two parameters which become the processing which computes the posture of a predetermined plane over the image pick-up side in the three-dimension space (X-Y-Z coordinate system) on the basis of an image pick-up side, namely, determine a plane posture, and the angle gamma of the circumference of the X-axis. In addition, the details of fluoroscopy projective-transformation processing are later mentioned by the term (b2). (Step S115 is processing performed in the fluoroscopy projective-transformation means 5123 of drawing 3 ) The following step S116 computes the coordinate location of the detected location Ps on a plane-coordinates system (X\*-Y\* system of coordinates) based on the posture parameter of the predetermined plane computed at step S115. The details of calculation of a detected position coordinate are later mentioned by the term (b3).

[0053] (b2) fluoroscopy projective-transformation processing -- here, the fluoroscopy

projective transformation processing for computing the posture parameter (Inclination  $\psi$ , the elevation angle  $\gamma$ ) of the predetermined plane over the image pick-up side placed into three-dimension space based on the result as which the coordinate of the four focus by which a rectangle configuration is characterized in the image system of coordinates (X-Y coordinate system) of an image pick-up side was specified is explained.

[0054] First, based on drawing 14, two-dimensional fluoroscopy projective transformation is explained briefly. In drawing 14, the Z-axis is set as a horizontal axis and the Y-axis is set as the axis of ordinate. The image pick-up side which is a zero at the time of carrying out fluoroscopy projective transformation of the O (it is hereafter called a seeing through point) and where 1 has X-Y coordinate system, and 2 are two-dimensional planes. The seeing through point O is made into a zero by a diagram, and the Z-axis and an axis of ordinate are made in agreement with the Y-axis of an image pick-up side X-Y coordinate system on the horizontal axis. In other words, the X-axis of an image pick-up side is in space perpendicularly, and makes the center of an image pick-up side in agreement with the Z-axis. The focal distance of the lens optical system with which this image pick-up means is equipped is set to  $f$ . The image pick-up side 1 will be established in the location of a focal distance  $f$  perpendicularly on the Z-axis from the seeing through point O. Lens optical system is put on the front location of an image pick-up side in fact, and although the inverted image of a two-dimensional plane has composition which carries out image formation in the image pick-up side, in order to make it easy to explain here, it has considered as the configuration arranged in the location of the back focus of a CCD image pick-up side for convenience.

[0055] Moreover, the predetermined plane 2 which has an  $X^*-Y^*$  plane-coordinates system presupposed that it is in the posture leaned the degree of angle  $\gamma$  to the Y-axis. Fluoroscopy projective transformation of each focus  $q_i$  ( $1 \leq i \leq 2$ ) of each of the image system of coordinates which have X-Y coordinate system is carried out to the focus  $Q_i$  ( $1 \leq i \leq 2$ ) to which it corresponds on the predetermined plane which has  $X^*-Y^*$  system of coordinates by geometric matching. The transformation is expressed with several 1.

[0056]

[Equation 1]

$$Y^* = \frac{Y \cdot f}{f - Y \cdot \tan \gamma}$$

$$Z^* = \frac{f^2}{f - Y \cdot \tan \gamma}$$

[0057] Therefore, the coordinate location of Focus  $Q_i$  ( $Y^*_i, Z^*_i$ ) ( $1 \leq i \leq 2$ ) is expressed with the following several 2, respectively.

[0058]

[Equation 2]



$$Q_1(Y^*_1, Z^*_1) = \left( \frac{Y_1 \cdot f}{f - Y_1 \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y_1 \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$Q_2(Y^*_2, Z^*_2) = \left( \frac{Y_2 \cdot f}{f - Y_2 \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y_2 \cdot \tan \gamma} \right)$$

[0059] Next, the fluoroscopy projective-transformation processing which computes the location posture of a predetermined plane over the image pick-up side placed into three-dimension space is explained concretely. Drawing 15 is a perspective diagram explaining the location posture of the predetermined plane placed into three-dimension space (X-Y-Z coordinate system). 1/4 rectangle of a predetermined plane is shown by a diagram, and the focus coordinate points q1 (X1, Y1) and q2 (X2, Y2) corresponding to the position coordinates Q1 (X\*1, Y\*1) and Q2 (X\*2, Y\*2) of the focus on the predetermined plane on an image pick-up side are shown.

[0060] drawing -- \*\*\*\* -- plane coordinates -- a system (X\*-Y\* system of coordinates) -- it can set -- ed -- detection -- a location -- Ps -- a passage -- each -- a shaft -- being parallel -- a straight line -- adjoining -- two -- a \*\* -- the focus -- passing -- a straight line -- an intersection -- it is -- T -- one -- T -- two -- the position coordinate of three points of S2 is shown in it. S1 which is not illustrated [ the focus T1, T2, and S2 currently these-illustrated besides ] corresponds to the focus qt1, qt2, qs2, and qs1 characterized by the disappearance straight line on an image pick-up image coordinate.

[0061] It has omitted about the coordinate points q3 (X3, Y3) and q4 (X4, Y4) corresponding to Q3 (X\*3, Y\*3) and Q4 (X\*4, Y\*4). With the gestalt of this operation, the zero Om (0 0f) of the image system of coordinates in drawing is made into the center position of an image pick-up image, and this center position is made into the detected location on the predetermined plane which it is going to picturize. The zero O of a three-dimension space X-Y-Z coordinate system (0, 0, 0) is made into the seeing through point at the time of carrying out fluoroscopy projective-transformation processing. f is a focal distance.

[0062] The physical relationship over the image pick-up side of a predetermined plane is angle +gamma in the circumference of angle +psi and a Y-axis centering on the zero Om of an image pick-up side about the circumference of the X-axis at the circumference of the X-axis. Any [ these ] angle has made the clockwise rotation positive. This drawing has shown the result the circumference of the Z-axis carried out [ the result ] rotation actuation (X-Y coordinate system is rotated whenever [ +beta ]).

[0063] With the gestalt of this operation, the coordinate location of the focus Q1, T1, and S2 on the predetermined plane (X\*-Y\* system of coordinates) corresponding to these focus was computed by fluoroscopy projective transformation based on the coordinate data of the focus q1, qt1, and qs2 on an image pick-up image (X-Y coordinate system). Drawing 16 is drawing which carried out the orthographic projection of the predetermined plane placed into the three-dimension space shown in drawing 15 (X-Y-Z coordinate system) on X'-Z' coordinate projection plane (Y'=0). X'-Y'-Z' system of coordinates carry out rotational-coordinates conversion of the X-Y-Z coordinate system. Only straight line S1S2 exist on X'-Z' coordinate projection plane (Y'=0) (a thick wire illustrates). The distance of the zero Om of X'-Z' system of coordinates and the seeing through point O is the location of the focal distance f of an image pick-up lens. The result of having expressed the coordinate location of each focus in a plane-coordinates system which

matched by the position coordinate in X'-Y' system of coordinates by fluoroscopy projective transformation about each focus is expressed with several 3 and several 4.

[0064]

[Equation 3]

$$T_1(Y_{t1}^*, Z_{t1}^*) = \left( \frac{f \cdot Y_{t1}'}{f - Y_{t1}' \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y_{t1}' \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$T_2(Y_{t2}^*, Z_{t2}^*) = \left( \frac{f \cdot Y_{t2}'}{f - Y_{t2}' \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y_{t2}' \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$S_1(Y_{s1}^*, Z_{s1}^*) = \left( \frac{f \cdot Y_{s1}' \cdot \tan \gamma}{Y_{s1}' + f \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2 \cdot \tan \gamma}{Y_{s1}' + f \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$S_2(Y_{s2}^*, Z_{s2}^*) = \left( \frac{f \cdot Y_{s2}' \cdot \tan \gamma}{Y_{s2}' + f \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2 \cdot \tan \gamma}{Y_{s2}' + f \cdot \tan \gamma} \right)$$

[0065]

[Equation 4]

$$Q_1(X_1^*, Z_1^*) = \left( \frac{X_1}{X_2} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_2}{f \cdot \tan \phi - X_1} \cdot X_{a2}^*, \frac{f}{X_2} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_2}{f \cdot \tan \phi - X_1} \cdot X_{a2}^* \right)$$

$$Q_2(X_2^*, Z_2^*) = \left( \frac{X_2}{X_2} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_2}{f \cdot \tan \phi - X_2} \cdot X_{a2}^*, \frac{f}{X_2} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_2}{f \cdot \tan \phi - X_2} \cdot X_{a2}^* \right)$$

$$Q_3(X_3^*, Z_3^*) = \left( \frac{X_3}{X_{a1}} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_{a1}}{f \cdot \tan \phi - X_3} \cdot X_{a1}^*, \frac{f}{X_{a1}} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_{a1}}{f \cdot \tan \phi - X_3} \cdot X_{a1}^* \right)$$

$$Q_4(X_4^*, Z_4^*) = \left( \frac{X_4}{X_{a1}} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_{a1}}{f \cdot \tan \phi - X_4} \cdot X_{a1}^*, \frac{f}{X_{a1}} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_{a1}}{f \cdot \tan \phi - X_4} \cdot X_{a1}^* \right)$$

[0066] Moreover, drawing 17 is drawing which carried out the orthographic projection of the predetermined plane illustrated to drawing 15 on Y'-Z' coordinate projection plane (X'=0). Only straight line T1T2 exist on Y'-Z' coordinate projection plane (X'=0). All over drawing, only the focus qt1 and q1 on the image pick-up image corresponding to the focus T1 and Q1 on a predetermined plane is illustrated, and the focus on the image pick-up image corresponding to Q2, Q3, and Q4 is omitted. The fluoroscopy projective transformation processing on Y'-Z' coordinate projection plane performs processing on X'-Z'

coordinate projection plane performed previously, and same processing, and computes the coordinate location of the focus T1 and Q1 on the plane corresponding to qt1 and q1.

[0067] The coordinate location of T1 and Q1 was shown in several 5.

[0068]

[Equation 5]

$$T_1'(Y_1^*, Z_1^*) = \left( \frac{f \cdot Y_1}{f - Y_1 \tan \gamma}, \frac{f}{f - Y_1 \tan \gamma} \right)$$

$$Q_1'(Y_1^*, Z_1^*) = \left( \frac{Y_1}{f - Y_1 \tan \gamma} \cdot Z_1^*, \frac{1}{f - Y_1 \tan \gamma} \cdot Z_1^* \right)$$

$$= \left( \frac{f \cdot X_2 Y_1}{(f - Y_1 \tan \gamma)(X_2 \tan \phi + 1)}, \frac{f}{(f - Y_1 \tan \gamma)(X_2 \tan \phi + 1)} \right)$$

[0069] Its attention is paid to coordinate calculation processing of the focus T1 and Q1 of drawing 16 and the plane-coordinates system of drawing 17. As a result of carrying out fluoroscopy projective-transformation processing to two coordinate planes, X'-Z' coordinate projection plane and Y'-Z' coordinate projection plane, the coordinate value of the focus T1 and Q1 on the plane coordinates corresponding to the focus qt1 and q1 is obtained.

[0070] From drawing 16, T1 (Y\*t1, Z\*t1 | y) and Q1 (Y\*1, Z\*1 | y) are obtained from T1 (X\*t1, Z\*t1 | x), Q1 (X\*1, Z\*1 | x), and drawing 17, respectively. In the X'Z' projection plane (drawing 16) which carried out the orthographic projection of the predetermined plane placed into three-dimension space (X'-Y'-Z' system of coordinates), and a Y'Z' projection plane (drawing 17), by each projection plane coordinates, the coordinate value about Z' shaft takes the same value, and has the following relation.

The following two relational expression [ six ] and several 7 can be obtained from the conditional expression of the Z\*1 | x=Z\*1 | y Z\*t1 | x=Z\*t1 | y above.

[0071]

[Equation 6]

$$\tan \phi = \frac{X_1' X_2' Y_1}{X_1' Y_1 + X_2' Y_1 - X_1' Y_1} \cdot \frac{1}{f}$$

[0072]

[Equation 7]

$$\tan \gamma = \frac{1}{\tan \psi} \cdot \frac{X_1'}{Y_1'}$$

[0073] It turned out that the posture parameter of the predetermined plane placed into the above-mentioned result and three-dimension space is expressed by the coordinates qi, qt1, or qsi of the focus of image system of coordinates, and the focal distance of an image pick-up lens with easy relational expression. The relational expression showing a plane location posture may be replaced with several 6 and several 7, and may be the following eight relational expression and several 9.

[0074] The hand of cut of the angle psi of the circumference of several 8 and the Y-axis shown number 9 is contrary to several 6 and several 7.

[0075]

[Equation 8]

$$\tan \psi = \frac{Y_1 - Y_n}{X_n Y_1 - Y_n X_1} \cdot f$$

[0076]

[Equation 9]

$$\tan \gamma = - \frac{1}{\tan \psi} \cdot \frac{X_n}{Y_n}$$

[0077] one point and these [ 4 ] of the focus qi (i=1-4) from which the focus qi used for such relational expression was obtained by the image pick-up image -- it is expressed using the focus qti or qsi determined using the vanishing point computed from this focus. The procedure of the gestalt of this operation explained the case where rotated X-Y coordinate system whenever [ beta ] and it changed into X'-Y' system of coordinates so that it might be in agreement with the X-axis in disappearance straight line qslqs2 obtained from the image data obtained by the image pick-up means. Even if it changes X-Y coordinate system into X''-Y'' system of coordinates and performs it so that it may be in agreement with a Y-axis in another disappearance straight line qtlqt2, the same result is obtained although formula expressions differ.

[0078] The intermediate formula omitted and showed only the result to several 10 and several 11.

[0079]

[Equation 10]

$$\tan \phi = \frac{Y''_2}{X''_2 \cdot \tan \gamma}$$

[0080]

[Equation 11]

$$\tan \gamma = \frac{X''_2 - X''_1}{X''_2 \cdot Y''_1 - X''_1 \cdot Y''_2} \cdot f$$

[0081] By several 10 and several 11, Parameter psi showed what was expressed only with two coordinate values, q1 and qs2, whenever [ location attitude-angle ]. Generally, it cannot be overemphasized that the coordinate location of the focus of image system of coordinates is expressed with the number of pixels, and the pixel size of a CCD image sensor is needed as a conversion factor in several 6 - number 11 type.

[0082] As mentioned above, as explained, the angle formula which is the posture parameter of the plane of a plane-coordinates system is the easy relational expression expressed with the focal distance f which is the coordinate data of the focus and the parameter of an image pick-up means which were computed from the image pick-up image. Since the formula which computes a plane posture parameter is expressed by the easy formula, without using a complicated transformation-matrix type like before, the operation error which may be low decreases, and there is which advantageous advantage in precision. If it forces, it leads

also to low cost-ization of equipment.

[0083] Furthermore, in computing a plane relative posture, location data about a plane, such as coordinate location data, distance data to an image pick-up side and a predetermined plane, etc. by which the aspect ratio of a rectangle configuration and a rectangle configuration are characterized, has the advantage of being unnecessary that it should just be known that the shape of a plan type in a plane-coordinates system is a rectangle configuration qualitatively.

[0084] (c3) Based on the posture parameter of the predetermined plane in the three-dimension space computed by coordinate location data-processing fluoroscopy projective-transformation processing, the detected position coordinate on the predetermined plane in a plane-coordinates system (X\*-Y\* system of coordinates) is calculated with the coordinate data-processing means 522.

[0085] The detected location on the predetermined plane in plane-coordinates system X\*-Y\* system of coordinates is computed by horizontal-axis ratio  $m_i = |S1Ps|/|S2Ps|$  and vertical axial ratio  $n_i = |T1Ps|/|T2Ps|$ . When the formula of the detected location Ps (X\*i, Y\*i) of the predetermined plane corresponding to the posture parameter of several 6 and several 7 is expressed by the X axial ratio m and the Y axial ratio n, it is expressed with several 12 and several 13. Which [ these ] formula may be used.

[0086] Several 12 is a formula using axial ratios nx and mx, and is the case where rotated X-Y image system of coordinates whenever [ beta ], and it changes into X'-Y' system of coordinates.

[0087]

[Equation 12]

$$m_k = \frac{\overline{OS_1}}{\overline{OS_2}} = \frac{|X_{s1}|}{|X_{s2}|} \cdot \frac{|K \cdot X_{s2} \cdot \tan \psi + f|}{|K \cdot X_{s1} \cdot \tan \psi + f|}$$

$$n_k = \frac{\overline{OT_1}}{\overline{OT_2}} = \frac{|X_{t1}|}{|X_{t2}|} \cdot \frac{|f \cdot \tan \psi - X_{t2} \cdot K|}{|f \cdot \tan \psi - X_{t1} \cdot K|}$$

K:スケールファクター (画素サイズ)

[0088] Moreover, several 13 is a formula using axial ratios ny and my, and is the case where rotated X-Y coordinate system whenever [ alpha ] and it changes into X"-Y" system of coordinates.

[0089]

[Equation 13]

$$m_\gamma = \frac{\overline{OS_1}}{\overline{OS_2}} = \frac{|Y_{s1}|}{|Y_{s2}|} \cdot \frac{|Y_{s2} \cdot K - f \cdot \tan \gamma|}{|Y_{s1} \cdot K - f \cdot \tan \gamma|}$$

$$n_\gamma = \frac{\overline{OT_1}}{\overline{OT_2}} = \frac{|Y_{t1}|}{|Y_{t2}|} \cdot \frac{|f - K \cdot Y_{t2} \cdot \tan \gamma|}{|f - K \cdot Y_{t1} \cdot \tan \gamma|}$$

[0090] Therefore, the coordinate location Ps (Xs\*, Ys\*) of the detected location on a predetermined plane is expressed with several 14 when several 12 axial ratio is used.

[0091]

[Equation 14]

$$P_s (X_i, Y_i) = \left( \frac{m_k}{m_k + 1} \cdot X_{max}, \frac{n_k}{n_k + 1} \cdot Y_{max} \right)$$

[0092] The coordinate  $P_s$  of a detected location can be computed on the basis of the configuration formed by these focus, if all of the four focus by which a rectangle configuration is characterized can extract. For example, when it is a display image on a screen plane, the coordinate of a detected location is computed from each axial ratio using the location of the four focus of the image pick-up image corresponding to the focus of four corners of a display image. That is, axial ratio  $S1\ Ps/S2Ps$  is computed on the basis of length  $|S1S2|$  to the X-axis, and axial ratio  $T1\ Ps/T2Ps$  is computed on the basis of length  $|T1T2|$  to a Y-axis.

[0093] Moreover, in case the coordinate of the detected location on a predetermined plane is computed, any one of the posture parameters (Inclination  $\psi$ , the elevation angle  $\gamma$ ) of two computed planes should just be computed. Drawing 18 (a) and (b) are drawings explaining correspondence with the cursor system of coordinates on a personal computer screen, and the screen coordinate system on a projection image. Coordinate transformation of the detected location  $P_s (X_i^*, Y_i^*)$  in a screen coordinate system is carried out to the detected location  $P_c (U_i, V_i)$  of cursor system of coordinates by the cursor location control means 125 of a personal computer.

[0094] If the focus considers as four corners of the image currently displayed on the personal computer display screen when the personal computer display screen is now considered as a predetermined plane, it will correspond to four corners of the display image on a screen. Since the number  $U_{max}$  of the maximum dots displayed on a personal computer screen and the number  $V_{max}$  of the maximum dots of an axis of ordinate are known beforehand, the coordinate of a detected location is computed easily. In drawing 18,  $|Sp1Sp2|$  of cursor system of coordinates and  $|Tp1Tp2|$  correspond to  $|S1S2|$  of a screen coordinate system, and  $|T1T2|$ , respectively.

[0095] <Principle verification of the location detection method by the simulation>, next simulation count were performed, the coordinate location of the detected location  $P_s$  on a predetermined plane was computed, and principle verification of the location detection method of the gestalt of this operation was performed. The coordinate location data of the focus on the image pick-up side corresponding to the focus on the rectangle plane of the detected location which it is going to detect first is required. Therefore, simulation count which obtains the image profile on an image pick-up side was beforehand performed using the value of the location posture parameter ( $\psi$ ,  $\gamma$ ) of a known plane.

[0096] It assumed picturizing image pick-up distance from the place distant from the screen plane center 2000mm towards the coordinate location (this coordinate location being based on screens) of  $S1\ Ps/S2Ps$  (referred to as  $m$ ) = 1, and  $T1\ Ps/T2Ps$  (referred to as  $n$ ) = 1 supposing the 1500mmx2000mm screen plane of 100" size as a detected location on a screen side as a predetermined plane.

[0097] The optical parameter of the image pick-up means used for count is only a focal distance, and  $f=5$ mm was used for it. Moreover,  $\psi=60$  elevation angles and  $\gamma=5$  inclinations were used as a posture parameter of the screen plane over an image pick-up side. Based on the coordinate location data on a simulation count result and the acquired image coordinate, the axial ratios  $m$  and  $n$  of posture parameter value  $\psi$  computed from six various relational expression - a 14 number and  $\gamma$  \*\*\*\* detection location verified whether it would become the value set up beforehand.

[0098] The result of having computed the posture of a screen plane and the position coordinate of the detected location in the system of coordinates on a screen was shown in a table 1 using several 6 - the 14

number which were mentioned above.

[0099]

[A table 1]

画像座標系の計算値を基に算出した  
平面座標系における所定平面の姿勢及び被検出位置の座標

		S1S2消失軸を $\alpha$ 度回転させ、X軸に一致させた場合	T1T2消失軸を $\beta$ 度回転させ、Y軸に一致させた場合
所定平面の姿勢ベクトル	$\alpha, \beta$ (度)	-8.585	0.000
	$\tan \psi$	-1.710	-1.730
	$\psi$ (度)	-59.687	-59.967
	$\tan \gamma$	0.088	0.087
	$\gamma$ (度)	5.044	4.988
所定平面上の被検出位置	m (=OS1/OS2)	0.996	0.996
	n (=OT1/OT2)	1.000	1.000

[0100] a table is made to rotate X-Y coordinate system counterclockwise whenever [ beta ] to the circumference of the Z-axis, and the case where the system of coordinates which made S shaft in agreement with the X-axis are made into X'-Y' system of coordinates, and X-Y coordinate system are rotated to the circumference of the Z-axis at the circumference of alpha degree hour meter, and in agreement with a Y-axis in T shaft -- making -- X' -- the case where it considered as 'Y' system of coordinates was shown.

[0101] Consequently, the posture location and the detected location from an image pick-up side of a screen were in agreement with a very sufficient precision to the value of 60 elevation angles and five inclinations which were set up beforehand, and the theoretically right thing has been verified. Next, the mode of operation of the pointing equipment concerning the gestalt of this invention is explained.

[0102] fundamental mode of operation which pointing equipment has, three, a single click, a double click, and a drag, -- it is . It is made to correspond to these basic actuation, and actuation of pointing equipment is explained. Drawing 19 , drawing 20 , and drawing 21 are the actuation processing flow charts of the mode of operation in POITINGU equipment with the laser pointer function of this invention.

[0103] Actuation which points to the detected location on a screen with a laser pointer is performed by one two-step switch (the 1st actuation means) with which the shutter release and the optical exposure carbon button were united. This actuation is equivalent to the actuation to which the mouse generally used moves cursor to a desired location.

[0104] By carrying out the depression of the 1st step of the two-step switch which is the 1st manual operation button at step S200, the power supply of a light beam exposure means serves as ON, and

infrared laser is irradiated. It can use by the same treatment as a common laser pointer, and an operator can point to the location of the arbitration on a screen.

[0105] Step S201 doubles laser radiation \*\* on the object for actuation (detected location). The 1st manual operation button is switched [ the 2nd step of ] off at step S202. Laser radiation is turned off at this time. A click mode of operation or a drag mode of operation is distinguished by the depression time amount of the 1st manual operation button at step 203. This depression time amount to distinguish was set as for 2 seconds with the gestalt of this operation. A setup of this time interval can be set as arbitration. If it continues pushing the 1st manual operation button 2 seconds or more, it will be judged that it is a drag mode of operation, and the drag mode of operation of step S205 will be chosen. Moreover, if the depression time amount of the 2nd carbon button is 2 or less seconds at step S203, click actuation of step S204 will be chosen.

[0106] An image pick-up shutter serves as ON at step S206 of drawing 20, and an image is captured. Step S207 is a step which extracts two or more focus from the picturized image data. Whether the focus of these plurality considers as the display image when displaying on whether the light emitting device etc. is beforehand prepared a screen top or near the screen and a screen determines beforehand.

[0107] Since steps S206-S211 are the same processings as primitive operation flow drawing 8 explained previously, they are skipped. At step S212, data processing of the \*\*\*\*\* of the detected location on a screen is carried out, and the position signal of the detected location obtained as a result is outputted to the PC side. The receiving means by the side of a personal computer receives, and it outputs to the projector 130 transformed and connected to the cursor coordinate location of a personal computer screen by the cursor location control means 125 of the cursor control means 124.

[0108] A projector 130 expresses cursor in the image currently displayed on the screen as step S212. the following step S213 -- the coordinate location of the cursor in step S212 -- it is and the 3rd carbon button (the 2nd actuation means) 14 which sends out a command execution signal to a personal computer side is turned on. It is equivalent to double click actuation of the usual mouse. It progresses to the following step S214, and judges whether click actuation was performed. If click actuation is not performed in this step, it is repeated until it returns and operates to step S201.

[0109] The cursor projected on the screen at step S213 is in the stationary condition. That is, unless the following image pick-up shutter control signal is inputted into the cursor location control means 125, the detected position signal calculated based on the image data incorporated previously is held by the cursor location control means, and the cursor on the display screen is projected through the projector. Therefore, it is possible to perform actuation of the execution control carbon button (the 2nd manual operation button) of a pointing input means from every actuated valve position regardless of a cursor location.

[0110] Drawing 21 is a flow chart explaining the drag actuation when choosing the drag mode of operation of step S205 of drawing 19. An intermittent clock control signal is generated in a certain fixed time interval by the control section, and an image pick-up shutter is controlled by step S221 by the control signal. Cursor serves as a gap projected on a screen, and the count of the setup of this time interval of the cursor projected while moving, if a time interval excels decreases. A setup of this time amount can be set up also in actuation. (A setting dial is un-illustrating) While continuing pushing the 1st manual operation button 2 seconds or more, steps S221-S227 are performed by the inside of a drag mode of operation. Drag actuation will be ended if the depression of the 1st manual operation button is stopped (step S228). Since steps S221-S227 are the same as a basic operation flow chart, explanation is omitted. Moreover, when a



laser radiation location (detected location) is outside a display image field, you may make it set to ON in step S227 of this drag mode of operation at the time in OFF and a viewing area.

[0111] At the time of click actuation, a command execution signal is sent out to the PC side. A pop-up menu button is actuation which indicates by the pop up menu in the location which is equivalent to the right-click carbon button of the usual mouse cursor, and only has the cursor on a screen. Thus, the cursor mode of operation used with the gestalt of operation of this invention serves as actuation in which it was considered so that there might be no treatment and sense of incongruity of the general and used mouse cursor.

[0112] Image pick-up image data, a command execution signal, etc. which were outputted from the pointing input means are inputted into a personal computer side. Actuation of these signals by the side of a personal computer is explained. By the main part of a personal computer, it is received by the receiving means 121 and the image pick-up image data outputted from the pointing input means goes into an input/output interface (un-illustrating). Signal processing of the image pick-up image data is carried out with an input/output interface, and it is sent out to the image-processing means 5. With the image-processing means 5, extract processing and location data processing of the focus are performed one by one based on image pick-up image data. The detected position signal by which location data processing was carried out is sent to a cursor location control means, and cursor is set as the cursor coordinate location of the personal computer equivalent to the coordinate of the detected location on a screen.

[0113] With generating of the interrupt signal from an input/output interface, CPU starts a cursor display-control means (mouse driver), and sends out the status signal according to a personal computer cursor coordinate location to the display-control means 127. The display-control signal about such a cursor display is sent out from the display-control means 127 to a projector 130, and superposition projection is carried out on a screen image.

[0114] On the other hand, the command execution signal outputted from the pointing input means executes the command on OS or application by CPU according to the coordinate location of the detected location on a cursor coordinate. Thus, in that which does not need the actuation plane section like the usual mouse, but can do actuation spatially, the pointing equipment concerning the gestalt of this operation has high actuation flexibility, and is a small light weight. Moreover, since a display and control can do directly and exactly a part to direct on the display screens, such as a screen, from the actuated valve position of arbitration, personal computer remote operation can perform an operator very easily.

[0115] Next, the example which detects the detected location on the bent image projected by the projector on the screen plane is explained. Drawing 22 is the plot plan of the pointing equipment which the detected location on the image projected on the screen plane by the projector detects.

[0116] Although drawing 22 is the same system configuration as drawing 1, the optical axis of the image projected from the projector light source Os (Xe, Ze) serves as arrangement which leans at the angle theta to the X-axis. Moreover, the breadth (whenever [ angle-of-projection ]) of the projection image is angle  $\omega$ . Projection image Q' (Q1'Q2'Q3'Q4') currently displayed on the screen is projected as an image with which the rectangle subject-copy image Q (Q1Q2Q3Q4) was distorted geometrically.

[0117] From the image pick-up view Oc (0 0), the X-axis of drawing focal-distance f is the distant location Om (0 f), and is made in agreement with Z shaft orientations in the image pick-up side. The detected location Ps on a screen plane is made in agreement with the criteria location Om of an image pick-up side, and the screen plane S is angle epsilon Leaned and placed centering on the detected location Om to the

X-axis.

[0118] A projection image plane (virtual plane of projection) without distortion first projected when a screen plane is perpendicularly placed to the optical axis of the projector light source is considered, and the coordinate location of the detected location Ps at that time is computed. Virtual plane of projection is a field containing Om, P1 (Xp1, Yp1), and P2 (Xp2, Yp2). The coordinate location of the detected location Ps is expressed with |OmP1|/|OmP2|.

[0119] Next, several 15 and several 16 are obtained using the coordinate (Xe, Ze) of a light source location, and theta and omega in the coordinate of points P1 and P2.

[0120]

[Equation 15]

$$X_{p1} = \frac{f - Z_e + X_e \cdot \tan(\theta - \omega)}{\tan(\theta - \omega) \cdot \tan\theta + 1} \cdot \tan\theta$$

$$Y_{p1} = \frac{f - Z_e + X_e \cdot \tan(\theta - \omega)}{\tan(\theta - \omega) \cdot \tan\theta + 1} + f$$

[0121]

[Equation 16]

$$X_{p2} = \frac{f - Z_e + X_e \cdot \tan(\theta + \omega)}{\tan(\theta + \omega) \cdot \tan\theta + 1} \cdot \tan\theta$$

$$Y_{p2} = \frac{f - Z_e + X_e \cdot \tan(\theta + \omega)}{\tan(\theta + \omega) \cdot \tan\theta + 1} + f$$

[0122] Moreover, several 17 is simply obtained using the coordinates qs1 (X1, Z1) and qs2 (X2, Z2) on an image pick-up side in the horizontal-axis ratios OmP1/OmP2 on a virtual projection image side.

[0123]

[Equation 17]

$$\begin{aligned} \frac{|OmP1|}{|OmP2|} &= \frac{|f - Z_e + X_e \cdot \tan(\theta + \omega)|}{|f - Z_e + X_e \cdot \tan(\theta - \omega)|} \\ &= \frac{|X_1|}{|X_2|} \cdot \frac{|f - X_2 \cdot \tan\epsilon|}{|f - X_1 \cdot \tan\epsilon|} \end{aligned}$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{ただし } \tan(\theta - \omega) = \frac{Z_{p1} - Z_e}{X_{p1} - X_e} \\ \tan(\theta + \omega) = \frac{Z_{p2} - Z_e}{X_{p2} - X_e} \end{array} \right]$$

[0124] Several 17 is expressed by epsilon whenever [ angle-of-inclination / of the screen plane over the focus and the image pick-up side on a focal distance f and the image coordinate of two points ], angles theta and omega disappear, and it turns out that a light source location is not related. Several 17 obtained here is the same formula as several 13 shown with the gestalt of this operation.

[0125] The above result, Even if the coordinate formula (several 12 and several 13) of a detected location had geometric distortion in the image projected on the screen, regardless of the geometric distortion of a projection image, it became clear that it is possible to compute the coordinate of the detected location on an image. That is, several 17 is not related to the projector light source location which carries out image projection on a screen plane. Thus, the pointing equipment concerning the gestalt of this operation demonstrates a marked effect, when detecting the detected location on the projection image from the projector light source.

[0126]

[Effect of the Invention] As mentioned above, the pointing equipment concerning the gestalt of operation of this invention has derived the easy relational expression using few parameters with four image location data by which the focal distance and rectangle configuration of an image pick-up lens are characterized having defined the criteria location of an image pick-up side beforehand, and having doubled this location and a detected location, by having carried out data processing using the vanishing point formed of two or more focus, etc. Thus, since neither plane posture detection nor detected location calculation needed complicated matrix operation processing, early data processing became possible in a high pointing precision.

[0127] Moreover, since the attitude sensor for acquiring the posture positional information of the plane placed into three-dimension space becomes unnecessary, it is simplified and an equipment configuration can realize the equipment which was excellent in operability with small lightweight-ization. Thus, the detection equipment concerning the gestalt of this operation is a new input unit which is not in the former. Since it will not be related and coordinate detection will be especially attained to a projection screen even if a geometric distortion arises in the display image on a screen, expansion of the use in various fields, such as a presentation and a game, is expectable.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

**[Drawing 1]** System configuration drawing explaining the pointing equipment of this invention.

**[Drawing 2]** Configuration block drawing of the gestalt of this operation.

**[Drawing 3]** Details configuration block drawing of the plane posture operation means of the gestalt of this operation.

**[Drawing 4]** The configuration perspective diagram of the gestalt of this operation.

**[Drawing 5]** Optical system of a light beam exposure means

**[Drawing 6]** Optical system of a collimation means

**[Drawing 7]** The block block diagram by the side of the personal computer of the gestalt of this operation.

**[Drawing 8]** The flow chart explaining basic actuation of the gestalt of this operation.

**[Drawing 9]** The detail flowchart of the image-processing section of the gestalt of this operation.

**[Drawing 10]** Related drawing of image system of coordinates and a plane-coordinates system (screen coordinate system).

**[Drawing 11]** The picturized screen image.

**[Drawing 12]** The picturized screen image.

**[Drawing 13]** Each system of coordinates on the picturized image side.

**[Drawing 14]** Drawing explaining fluoroscopy projective transformation.

**[Drawing 15]** The perspective diagram explaining three-dimension fluoroscopy projective transformation.

**[Drawing 16]** The orthographic drawing to X'-Z' coordinate plane top of the screen in **drawing 15**.

**[Drawing 17]** The orthographic drawing to Y'-Z' coordinate plane top of the screen in **drawing 15**.

**[Drawing 18]** Drawing explaining correspondence with a screen coordinate system and cursor system of coordinates.

**[Drawing 19]** The actuation processing flow chart 1 concerning the gestalt of implementation of this operation.

**[Drawing 20]** The actuation processing flow chart 2 concerning the gestalt of implementation of this operation.

**[Drawing 21]** The actuation processing flow chart 3 concerning the gestalt of implementation of this operation.

**[Drawing 22]** Drawing explaining the location detection on the projection distortion image on a screen plane.

**[Description of Notations]**

1 Image Pick-up Means  
2 A/D-Conversion Means  
3 Frame Memory  
4 Control Means  
5 Image-Processing Means  
6A Light beam exposure means  
6B Collimation means  
7 Optical Exposure Carbon Button  
8 Shutter Release (1st Actuation Means)  
9 Output Signal Processing Means  
10 Power Supply  
14 Command Execution Signal Sender Key (2nd Actuation Means)  
12 Pop-up Menu Button  
50 Image-Processing Means  
51 Focus Extract Processing Means  
52 Location Operation Means  
100 Pointing Input Means  
110 Screen  
111 Image Projected on Screen  
120 Personal Computer  
130 Projector  
521 Plane Posture Operation Means  
522 Coordinate Operation Means  
5211 Vanishing Point Calculation Means  
5212 Disappearance Straight Line Calculation Means  
5213 Disappearance Focus Calculation Means  
5214 Image System-of-Coordinates Conversion Means  
5215 Fluoroscopy Projective-Transformation Means

---

[Translation done.]





# 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表示された画像上の被検出位置を操作するポインティング装置であって、前記表示画像上の被検出位置を複数の特徴点を含んで撮像する撮像手段と、前記撮像手段へシャッター信号を送出する第 1 操作手段と、前記第 1 操作手段の操作によって得られた前記被検出位置においてコマンド実行信号を送出する第 2 操作手段とを有するポインティング入力手段と、前記ポインティング入力手段から送出された画像データの前記特徴点の座標位置に基づいて、撮像面上の基準位置にて撮像された点での前記表示画像上の被検出位置の座標位置を演算する画像処理手段とを備えたことを特徴とするポインティング装置。

【請求項 2】 表示された画像上の被検出位置を操作するポインティング装置であって、前記表示画像上の被検出位置を予め定められた撮像面上の基準位置に合った状態で、複数の特徴点を含んで撮像する撮像手段と、前記撮像手段へシャッター信号を送出する第 1 操作手段と、前記第 1 操作手段の操作によって得られた前記被検出位置においてコマンド実行信号を送出する第 2 操作手段とを有するポインティング入力手段と、前記ポインティング入力手段から送出された画像データの前記特徴点の座標位置に基づいて、表示画像上の被検出位置の座標位置を演算する画像処理手段とを備えたことを特徴とするポインティング装置。

【請求項 3】 前記画像処理手段は、前記撮像手段により撮像された画像データに基づいて前記特徴点を抽出する特徴点抽出手段と、前記抽出手段により抽出された撮像面上の特徴点の座標位置に基づいて、撮像面に対する表示画像平面の姿勢を演算する姿勢演算手段と、前記姿勢演算手段により算出された姿勢パラメータと前記特徴点の座標位置とに基づいて前記表示手段に表示された画像上の被検出位置の座標を検出する座標演算手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 記載のポインティング装置。

【請求項 4】 前記表示画像は前記複数の特徴点を含んでいることを特徴とする請求項 1～3 記載のポインティング装置。

【請求項 5】 前記表示画像は光源から投影された画像であることを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載のポインティング装置。

【請求項 6】 前記第 1 操作手段は所定時間以上の間押下されると間欠的なシャッター制御信号を前記撮像手段へ送出することを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載のポインティング装置。

【請求項 7】 前記ポインティング入力手段は、前記被検出位置が予め定められた撮像面上の基準位置に合っている状態で撮像が行われるようにするためのファインダーを備えたことを特徴とする請求項 2 または 3 記載のポインティング装置。

【請求項 8】 前記ポインティング入力手段は、前記被検出位置が予め定められた撮像面上の基準位置に合っている状態で撮像が行われるようにするための被検出位置を輝点とする光ビームを照射する光ビーム照射手段を備えたことを特徴とする請求項 2 または 3 記載のポインティング装置。

【請求項 9】 前記撮像手段の光軸と前記光ビーム照射手段の光軸とが、ほぼ一致していることを特徴とする請求項 8 記載のポインティング装置。

10 【請求項 10】 前記姿勢演算手段は、透視射影変換手段を用いて行うことを特徴とする請求項 3 記載のポインティング装置。

【請求項 11】 前記透視射影変換手段は、消失点を用いて行うことを特徴とする請求項 10 記載のポインティング装置。

【請求項 12】 前記姿勢演算手段の姿勢パラメータは、消失点を用いて行うことを特徴とする請求項 3 記載のポインティング装置

20 【請求項 13】 前記姿勢演算手段は、前記特徴点の座標位置に基づいて、消失点を算出する消失点算出手段と、前記消失点と前記撮像面上に予め定められた基準位置とを結ぶ消失直線を算出する消失直線算出手段と、前記消失直線と前記特徴点の相隣接する b 2 点間の直線との交点の座標位置を算出する消失特徴点算出手段とを備えたことを特徴とする請求項 11 または 12 記載のポインティング装置。

30 【請求項 14】 前記消失点のうち 1 つの消失点画像座標系の X 軸または Y 軸のいずれか一方に一致するように撮像画像データを画像上の基準位置を中心に回転させる画像座標系変換手段を備えたことを特徴とする請求項 11～13 のいずれかに記載のポインティング装置。

【請求項 15】 前記基準位置は前記撮像手段の光軸が撮像面を切る点であることを特徴とする請求項 1～14 のいずれかに記載のポインティング装置。

【請求項 16】 前記基準位置は撮像面の中心位置であることを特徴とする請求項 1～14 記載のポインティング装置。

【請求項 17】 前記特徴点抽出手段にて所定の特徴点が抽出されなかったときに警告する警告手段を備えたことを特徴とする請求項 1～3 記載のポインティング装置。

50 【請求項 18】 表示された画像上の被検出位置を操作するポインティング方法であって、複数の特徴点を含んで表示画像上の被検出位置を撮像する撮像ステップと、前記撮像ステップへシャッター信号を送出する第 1 操作ステップと、前記第 1 操作ステップの結果得られた前記被検出位置においてコマンド実行信号を送出する第 2 操作ステップとを含むポインティング入力ステップと、前記ポインティング入力ステップから送出された画像データの前記特徴点の座標位置に基づい



(3)

3

て、撮像面上の基準位置にて撮像された点での前記表示画像上の被検出位置の座標位置を演算する画像処理ステップとを含むことを特徴とするポインティング方法。

【請求項19】 表示された画像上の被検出位置を操作するポインティング方法であって、

複数の特徴点を含んで表示画像上の被検出位置を予め定められた撮像面上の基準位置に合った状態で撮像する撮像ステップと、前記撮像ステップへシャッター信号を送出する第1操作ステップと、前記第1操作ステップの操作によって得られた前記被検出位置においてコマンド実行信号を送出する第2操作ステップとを含むポインティング入力ステップと、前記ポインティング入力ステップから送出された画像データの前記特徴点の座標位置に基づいて、表示画像上の被検出位置の座標位置を演算する画像処理ステップとを含むことを特徴とするポインティング方法。

【請求項20】 前記画像処理ステップは、前記ポインティング入力ステップから送出された画像データに基づいて前記特徴点を抽出する特徴点抽出ステップと、前記抽出ステップにより抽出された撮像面上の特徴点の座標位置に基づいて、撮像面に対する表示画像平面の姿勢を演算する姿勢演算ステップと、前記姿勢演算ステップにより算出された姿勢パラメータと前記特徴点の座標位置とに基づいて表示された画像上の被検出位置の座標位置を演算する座標演算ステップとを含むことを特徴とする請求項19記載のポインティング方法。

【請求項21】 前記表示画像は前記複数の特徴点を含んでいることを特徴とする請求項17～20記載のポインティング方法。

【請求項22】 前記表示画像は光源から投影された画像であることを特徴とする請求項17～21のいずれかに記載のポインティング方法。

【請求項23】 前記第1操作ステップは所定時間以上の間押下されると間欠的なシャッター制御信号を前記撮像手段へ送出することを特徴とする請求項18～20のいずれかに記載のポインティング方法。

【請求項24】 前記ポインティング入力ステップは、前記被検出位置が予め定められた撮像面上の基準位置に合っている状態で撮像が行われるようにするための被検出位置を輝点とする光ビームを照射する光ビーム照射ステップを含むことを特徴とする請求項17～19のいずれかに記載のポインティング方法。

【請求項25】 前記姿勢演算ステップは、透視射影変換処理にて行うことを特徴とする請求項20記載のポインティング方法。

【請求項26】 前記透視射影変換処理は、消失点を用いて行うことを特徴とする請求項20記載のポインティング方法。

【請求項27】 前記姿勢演算ステップの姿勢パラメータは、消失点を用いて行うことを特徴とする請求項20

4

記載のポインティング方法。

【請求項28】 前記姿勢演算ステップは、前記特徴点の座標位置に基づいて、消失点を算出する消失点算出ステップと、前記消失点と前記撮像面上に予め定められた基準位置とを結ぶ消失直線を算出する消失直線算出ステップと、前記消失直線と前記特徴点の相隣接する2点間の直線との交点の座標位置を算出する消失特徴点算出ステップとを含むことを特徴とする請求項27記載のポインティング方法。

10 【請求項29】 前記消失点のうち1つの消失点が画像座標系のX軸またはY軸のいずれか一方に一致するように撮像画像データを画像上の基準位置を中心に回転させる画像座標系変換ステップを備えたことを特徴とする請求項27または28記載のポインティング方法。

【請求項30】 前記基準位置は前記撮像手段の光軸が撮像面を切る点であることを特徴とする請求項17～29のいずれかに記載のポインティング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

20 【発明の属する技術分野】本発明は、ディスプレイ上のポインティング装置及びその方法に関するものであり、特にコンピュータ出力された画像上のカーソル表示やコマンド実行を制御する装置及びその方法に関するものである。

【0002】

30 【従来の技術】最近コンピュータの表示画面に直接座標入力したり、コンピュータ画面をプロジェクタによりスクリーン上に投影しカーソル操作を行うことが頻繁に行われている。特に投影された画像上をレーザーポインタ等により指示位置を特定して、コンピュータ本体のコマンド実行操作、編集、拡大縮小などを行うことのできるポインティングデバイスが注目されている。これらの従来例として、例えば特開平2-306294号、特開平3-176718号公報、特開平4-305687号公報、特開平6-308879号公報、特開平6-332612号公報、特開平7-121293号公報、特開平7-191797、特開平10-187340号公報、特開平11-143629号公報などがあげられる。

40 【0003】代表的な従来例である特開平2-306294号公報は、プロジェクタにより投影されたスクリーン、スクリーン上の被検出位置を指示するレーザーポインタ、スクリーン上に向けられレーザーポインタの輝点を検出するための固定CCDカメラから構成されている。このCCDカメラにより所定時間毎にスクリーン上のレーザー輝点を検出し、スクリーン上の輝点の位置を検出しようとするものである。

50 【0004】また、特開平6-308879号公報はスクリーンの近傍に複数の発光素子を配置し、指示器には複数の発光素子からの光を受光する受光素子が設けられ、発光素子からの光強度や光の方向性を基に計算機に

より計算しスクリーン上の位置を特定できるようにした装置で、操作者が任意の位置で操作してもスクリーン上の指示位置を特定できる装置である。

【0005】さらに、最近プレゼンテーション用のワイヤレス型レーザーポインタ付きマウスが用いられている。この装置は、コンピュータ画面を操作するワイヤレスマウスにスクリーン上を指し示すレーザーポインタ機能を一体化したものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のポインティング装置、例えば、特開平2-306294号公報のように固定カメラにより位置検出するポインティング装置は、カメラとスクリーンとの間に操作者や人が入ってしまい位置検出ができなくなってしまう問題やスクリーン上に投影されている画像が高輝度画像となるとレーザービームの輝点検出が困難になる問題が生じる。さらに、固定カメラを設置するスペースが必要となり、装置が大型化してしまい操作性の自由度が低く、汎用性に欠けるという問題も生じる。

【0007】また、特開平6-308879号公報のように、表示画面上に発光素子を設けて発光する光を指示器に設けられた光電変換素子で受光する方法は、位置検出するために表示画面に発光素子を設けなければならないため汎用性に欠けるという問題や、光強度の指向性とその強度を検出して被検出位置を算出する方法は、そのための受光素子構造の工夫が必要の上、スクリーン上の被検出位置精度が高くないという問題が生じる。

【0008】さらに、ワイヤレス型レーザーポインタ付きマウスは、コンピュータ画面を操作するマウス機能とスクリーン上の指示する個所を指し示すレーザーポインタ機能とが単に結合したものであり、レーザーポインタ機能は単に画像位置を指し示すだけで、マウス機能とは何ら機能的には関係してない。従って、画面操作している時には操作しやすくプレゼンテーションの進行が中断されるという問題がある。

【0009】本発明の目的は、表示画面に対し任意位置からカーソル表示操作やコマンド実行操作を可能とする非常に操作性の自由度が高く、小型で軽量のポインティング装置及び方法を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上述した問題点を解決するために、本発明の請求項1のポインティング装置は、前記表示画像上の被検出位置を複数の特徴点を含んで撮像する撮像手段と、前記撮像手段へシャッター信号を送出する第1操作手段と、前記第1操作手段の操作によって得られた前記被検出位置においてコマンド実行信号を送出する第2操作手段とを有するポインティング入力手段と、前記ポインティング入力手段から送出された画像データの前記特徴点の座標位置に基づいて、撮像面上の基準位置にて撮像された点での前記表示画像上の被検出

位置の座標位置を演算する画像処理手段とを備えたことを特徴とする。

【0011】本発明の請求項2のポインティング装置は、前記表示画像上の被検出位置を予め定められた撮像面上の基準位置に合った状態で、複数の特徴点を含んで撮像する撮像手段と、前記撮像手段へシャッター信号を送出する第1操作手段と、前記第1操作手段の操作によって得られた前記被検出位置においてコマンド実行信号を送出する第2操作手段とを有するポインティング入力手段と、前記ポインティング入力手段から送出された画像データの前記特徴点の座標位置に基づいて、表示画像上の被検出位置の座標位置を演算する画像処理手段とを備えたことを特徴とする。本発明の請求項3のポインティング装置は、請求項1または2記載に加え、前記画像処理手段は、前記撮像手段により撮像された画像データに基づいて前記特徴点を抽出する特徴点抽出手段と、前記抽出手段により抽出された撮像面上の特徴点の座標位置に基づいて、撮像面に対する表示画像平面の姿勢を演算する姿勢演算手段と、前記姿勢演算手段により算出された姿勢パラメータと前記特徴点の座標位置とに基づいて前記表示手段に表示された画像上の被検出位置の座標を検出する座標演算手段とを備えたことを特徴とする。

【0012】本発明の請求項18のポインティング方法は、表示画像上の被検出位置を複数の特徴点を含んで撮像する撮像ステップと、前記撮像ステップへシャッター信号を送出する第1操作ステップと、前記第1操作ステップの結果得られた前記被検出位置においてコマンド実行信号を送出する第2操作ステップとを含むポインティング入力ステップと、前記ポインティング入力ステップから送出された画像データの前記特徴点の座標位置に基づいて、撮像面上の基準位置にて撮像された点での前記表示画像上の被検出位置の座標位置を演算する画像処理ステップとを含むことを特徴とする。

【0013】本発明の請求項19のポインティング方法は、複数の特徴点を含んで表示画像上の被検出位置を予め定められた撮像面上の基準位置に合った状態で撮像する撮像ステップと、前記撮像ステップへシャッター信号を送出する第1操作ステップと、前記第1操作ステップの操作によって得られた前記被検出位置においてコマンド実行信号を送出する第2操作ステップとを含むポインティング入力ステップと、前記ポインティング入力ステップから送出された画像データの前記特徴点の座標位置に基づいて、表示画像上の被検出位置の座標位置を演算する画像処理ステップとを含むことを特徴とする。

【0014】本発明の請求項20のポインティング方法は、請求項18または19記載に加え、前記画像処理ステップは、前記ポインティング入力ステップから送出された画像データに基づいて前記特徴点を抽出する特徴点抽出ステップと、前記抽出ステップにより抽出された撮像面上の特徴点の座標位置に基づいて、撮像面に対する

(5)

7

表示画像平面の姿勢を演算する姿勢演算ステップと、前記姿勢演算ステップにより算出された姿勢パラメータと前記特徴点の座標位置とに基づいて表示された画像上の被検出位置の座標を演算する座標演算ステップとを含むことを特徴とする。

## 【0015】

【発明の実施の形態】図1は実施の形態に係わるポインティング装置の概念構成図である。100はポインティング入力手段、110は座標検出対象となるスクリーン平面、120はパーソナルコンピュータ（以下、PCと呼ぶ）、130はプロジェクタである。また、111はスクリーン平面上に投影されている表示画像である。また、表示画像の4隅のQ1、Q2、Q3、Q4は、表示画像111の形状を特徴付ける特徴点であり、これら特徴点によって形成される形状は矩形平面である。ポインティング入力手段100を用いてスクリーン平面110上の被検出位置Psを検出しようとするものである。ポインティング入力手段100はスクリーン110に対し任意の位置から操作することが可能である。破線101はポインティング入力手段100に設けられている撮像手段1の撮像面の中心から垂直に表示画像上の被検出位置まで延びている光軸である。

【0016】本実施の形態で被検出対象とする複数の特徴点は、スクリーン平面（以下、所定平面と呼ぶ）に投影された表示画像の4隅としたが、予め原画像として複数の特徴点（あるいは幾何学的形状の代表点）を有する基準画像を投影するようにしてもよく、スクリーン平面上にあればよい。なお、複数の特徴点は互いに直交する2組の平行群の交点であってもよい。

【0017】図2、図3は本発明の実施の形態に係わるポインティング装置の構成ブロック図、図4はポインティング入力手段100の概念構成斜視図である。本実施の形態に係わるポインティング入力手段100の構成は、画像処理手段5以外のポインティング装置の構成の全てを備えている。

【0018】図2の構成ブロック図において、1は撮像手段であり、撮像手段はレンズ光学系と撮像素子とから構成されている。本実施の形態ではCCD撮像素子を有するデジタルスチルカメラを用いたが、ビデオカメラでもよい。また、撮像手段1には被写体である平面上の被検出位置を特定するため予め基準位置が定められている。本実施の形態では基準位置は撮像面の中心とし、画像座標系（X-Y座標系）の原点Omとしてある。2は撮像手段により撮像された画像データをデジタル画像データとするA/D変換手段である。3はA/D変換されたデジタル画像データはCCD撮像面の各画素に対応したアドレス毎に一時的に記憶できるフレームメモリである。

【0019】このフレームメモリは連続撮像が記憶できるように数十MB程度記憶できる容量を有している。4

8

は制御手段である。この制御手段4はROM（不図示）を備えており、透視射影演算処理するプログラムや各種制御プログラムなどが格納されている。

【0020】5は画像処理手段である。本実施例では図7のパソコン側にて画像処理する構成としてある。画像処理手段5は、撮像され取り込まれた画像データに基づいて、3次元空間内の平面上のいずれかに配置された矩形形状を特徴付ける特徴点を抽出する特徴点抽出手段51と、抽出された特徴点の座標位置に基づいて被検出位置演算処理を行う位置演算手段52とから構成される。

【0021】この特徴点抽出手段51には、フレームメモリに一時的に呼び込まれた画像データが矩形平面の特徴点を抽出したか否かを判断する抽出判断手段（不図示）を備えている。この抽出判断手段を備えることにより、もし抽出判断手段において特徴点が抽出できなかった場合に警告音を発し、再度画像の取り込みを操作者に指示することができる。

【0022】また、位置演算手段52は3次元空間（X-Y-Z座標系）内における撮像面に対する所定平面の姿勢位置を演算する平面姿勢演算手段521と、所定平面上の被検出位置の座標を演算する座標演算処理手段522とから構成される。図3は平面姿勢演算手段522の詳細構成ブロック図である。

【0023】平面姿勢演算手段521は、消失点算出手段5211、消失直線算出手段5212、消失特徴点算出手段5213、画像座標系変換手段5214及び透視射影変換手段5215とから構成されている。6Aは光ビーム照射手段であり、LED発光素子や半導体レーザー発生器が用いられる。光ビーム照射手段2は被検出位置を指示する視認性のある光を発するものであればよく、プレゼンテーションや会議の際、操作者が指示する箇所を特定できる汎用のレーザーポインタでよい。

【0024】図5は図4で示した光ビーム照射手段6Aを用いた装置構成の光学系の一例である。光ビーム照射手段として赤外線レーザーを用いた例である。電源がONされると60光源から61コリメートレンズで平行となったレーザー光は、62ミラーを介し、撮像光学系の中心軸上に設けられた13ミラーにより反射され所定平面上に輝点として導かれる。撮像光学系は12は撮像レンズと11はCCDとから構成されている。ポインティング入力手段から出射されるポインティング用レーザーの光軸が、撮像光学系の光軸と一致するような光学系となっている。ミラー13は赤外線レーザーを反射させ、可視光を透過するようなハーフミラーである。

【0025】ポインティング用レーザーは表示画面上の被検出位置を確認できればよく、撮像時にはOFFされる。従って、ミラー13は撮像する時にはミラーアップするような機構にしても良い。光ビーム照射手段6Aにより照射された所定平面上の被検出位置が撮像面上の基準位置と合致するように、光ビーム照射手段6Aと撮像

手段1とが予め決められた位置関係で設けられている。図では撮像レンズの光軸とレーザー照射光学系の光軸とが一致するようにしてあるが、レーザー光は視認するだけであるので、所定平面上の輝点が被検出位置近傍にあればよく、必ずしも一致しなくてもよい。

【0026】7はレーザー照射ボタン、8はシャッターボタン（第1操作手段）である。7、8は、2段スイッチとなっており、1段目を押すと単に赤外線レーザーを照射するだけで被検出位置を指し示すだけでオフされる。さらに2段目を押すことにより、撮像手段のシャッ

ターが切れ、画像を取り込めるようになっている。【0027】9は出力信号処理部である。本実施例のように画像処理手段5がパソコン側に備えているので、この出力処理手段では撮像された画像データをパーソナルコンピュータなどの外部機器へ送出する。出力信号処理手段9として画像データ出力信号をワイヤレス信号として送出できる送信手段を用いれば、装置の操作性は格段に広がり効果的である。

【0028】図6は、被検出位置に基準位置を合わせる方法として光照射ビーム手段に代え、視準手段6Bを備えたポインティング装置の光学系の一例である。視準手段6Bには予め撮像面上の基準位置と一致する位置に十字線74が刻まれており、この十字線の位置を被検出位置に合わせて、撮像することにより所定平面上の被検出位置が検出される。このように撮像時に視準手段を設けたファインダーや光ビーム照射手段などを用いることにより、予め定められた撮像面上の基準位置に合っている状態で撮像が行われるようにしている。従って、基準位置は撮像レンズの光軸が撮像面を切る点、すなわち、撮像画像の中心としてあるので、操作者が被検出位置に基準位置を合わせる操作を行わなくとも、表示画面を見ながら撮像手段を被検出位置の方向に向けるだけでもポインティング操作することは可能である。

【0029】本実施の形態に係わる位置検出装置の構成は、撮像手段1を備えたポインティング入力手段100と画像処理手段5とを別体とし、画像処理手段5をパソコンなど外部機器の内部記憶装置や外部記録媒体に備えるようにしたが、撮像手段と画像処理手段とを一体にしたポインティング入力手段100としても良い。

【0030】14、15はコマンド実行出力ボタン（第2操作手段）及びポップアップメニューボタンである。第2操作手段14は通常のマウスカーソルの左クリックボタンのダブルクリックに相当し、画面上のアイコン、図、テキストなど動作対象オブジェクトにカーソル位置を合わせコマンド実行信号を送出するボタンである。

【0031】ポップアップメニューボタン15は通常のマウスカーソルの右クリックボタンに相当する。カーソル表示している位置でポップアップメニュー表示を行う動作である。本実施の形態では、通常のマウスカーソルの基本動作であるカーソル位置を決めるシングルクリッ

ク動作と対象オブジェクトにカーソル位置を合わせオブジェクトを移動させるドラッグ動作は、シャッターボタン（第1操作手段）8を用いて行われる。

【0032】次に、ポインティング入力手段から出力された撮像画像データやコマンド実行信号を入力するパーソナルコンピュータのブロック構成について説明する。図7はパーソナルコンピュータの構成ブロック図である。画像処理手段5の詳細な説明は前述したのでここでは省く。

【0033】120はパーソナルコンピュータ（以後パソコンと呼ぶ）本体、121はディスプレイと接続されている。130はプロジェクタであり、パソコン本体に接続され、パソコン画面をスクリーン上に投影する。その時、ディスプレイ122はなくても良い。

【0034】121は受信手段であり、ポインティング入力手段から出力された撮像画像データやコマンド実行信号を受信する。ポインティング入力手段から受信した被検出位置信号が含まれている撮像データは、画像処理手段にて処理され被検出位置信号として出力される。

【0035】124はカーソル動作を制御するためのカーソル制御手段（マウスドライバに相当）である。カーソル制御手段124は被検出位置信号をパソコン画面上の座標系のカーソル位置信号に変換し出力するカーソル位置制御手段125とカーソルの形状や色などを制御するカーソル表示制御手段126とを具備している。

【0036】また、カーソル制御手段126はOS（オペレーティングシステム）やアプリケーションプログラムに組み込むことができる。次に、本発明の実施の形態のポインティング装置の基本動作について説明する。

【0037】図8は本実施の形態の装置の基本動作を説明するフローチャートである。ステップS100で検出装置の電源がONする。ステップS101において3次元空間内の複数の特徴点を含む表示平面上において検出しようとする被検出位置に画像座標系の撮像面に予め定められた基準位置を合わせる。本実施の形態においては、この基準位置は撮像レンズの光軸が撮像面を切る点、すなわち、撮像画像の中心としてある。

【0038】ステップS102ではこの合わせた状態で撮像手段のシャッター8をONにし、画像を取り込む。取り込まれた画像は画像データ信号処理されフレームメモリに格納され、ステップS103において予め抽出しようとする幾何学的特徴点が抽出され、画像座標系において矩形形状を特徴づける4個のマークの重心位置座標q1、q2、q3、q4が特定される。その時、ステップS104では予め定められた幾何学的特徴点が正確に抽出されたか否か判断する。正確に抽出されなかった場合、ステップS105において警告音を発し、再度撮像手段により取り込むよう操作者に伝えられる。予め定められた幾何学的特徴点が抽出されれば、次のステップS10

11

6に進む。

【0039】ステップS106では3次元空間内の所定平面の姿勢位置や被検出位置の座標位置が演算処理される。このステップS106の詳細は後述する。ステップS107では演算処理処理され算出された値を表示手段(不図示)や外部機器などに合わせ信号処理され出力される。

【0040】次に、本実施の形態のポインティング装置の画像処理手段5の各構成の動作について詳細に説明する。

#### (a) 特徴点抽出処理

本実施の形態では、所定平面上に投影された表示画像について説明する。表示画像全体は4隅Q1、Q2、Q3、Q4を特徴点とする矩形形状である。撮像手段によりこの矩形領域部分が含まれるように撮像する。撮像時のタイミングに合わせて表示画像濃度が異なる濃淡2枚の時系列画像を撮像する。これら2枚の画像の差分画像を得る。これら差分画像に基づき二値化処理を行い、幾何学的形状を有する複数の特徴点を抽出する。これら特徴点の座標位置は重心法などの方法により特定する。

【0041】また、別の差分画像法として、表示画像中に特徴点として基準画像を表示し、その基準画像の有無の2枚の画像を撮像するようにしても良い。撮像画像データから平面上の特徴点を抽出する方法は、上記説明した差分画像法以外に濃淡輪郭法、パターンマッチング法などがあるが、そのいずれを用いてもよい。

【0042】また、投影する矩形形状を特徴付ける幾何学的形状を予めメモリに格納しておき、撮像手段により取り込まれた画像を比較参照して判断するパターンマッチング法を用いてもよい。

#### (b) 位置演算処理

次に、3次元空間内に置かれた特徴点を有する所定平面上の被検出位置Psの位置座標を算出する方法について具体的に説明する。

【0043】図9は3次元空間内に置かれた所定平面上の被検出位置を演算処理する具体的な手順を示したフローチャートである。図8の基本動作フローチャートのステップS106の動作の詳細である。図10はポインティング入力手段100の撮像面をX-Y座標系(画像座標系と呼ぶ)とし、画像座標系の中心から垂直に延びる軸をZ軸とするX-Y-Z座標系を有する3次元空間における画像座標系と所定平面上のX\*-Y座標系(平面座標系と呼ぶ)との姿勢の位置関係を示したものである。視点Oは画像座標系の原点Omから焦点距離fの位置である。X-Y-Z座標系のX軸回りの角度 $\phi$ 、Y軸回りの角度 $\gamma$ 、Z軸回りの角度 $\alpha$ または $\beta$ とする。これらの角度回りはいずれも時計回りを正としている。

【0044】図11及び図12には、操作者が任意の位置からポインティング入力手段に設けられた撮像手段100の撮像方向を矩形形状である所定平面に向けて撮像

(7)

12

した撮像画像qを示した。図には、撮像された画像は平面上の座標位置である被検出位置Psを撮像面に設定された基準位置(撮像面の原点Om)に合致させてある。これら4個の特徴点q1、q2、q3、q4は、図1の平面座標系X\*-Y\*座標系におけるQ1、Q2、Q3、Q4に対応する。

【0045】被検出位置を示す基準位置が4個の特徴点が形成される形状(矩形形状)の範囲外であっても良い。図12は、被検出位置とした撮像画像中心が所定平面上にある4個の特徴点で形成される矩形形状範囲内に含まない例である。

#### (b1) 平面の姿勢演算処理

被検出位置を演算するための第1のステップである平面の姿勢算出処理について、図9のフローチャート及び図3の構成ブロック図、図10～図17を参考にしながら説明する。

【0046】まず最初に、ステップS111では、すでに特徴点抽出手段の特徴点特定手段において特定されたq1、q2、q3、q4の座標位置に基づいて、撮像画像qの相隣接する特徴点を通る直線式I1、I2、I3、I4を算出する。次に、ステップS112ではこれら直線式を用いて撮像画像データの消失点T0、S0を算出する。

(ステップS111とS112は図3の構成ブロック図の消失点算出手段5211の処理に相当する)

矩形形状を有する平面を撮像すると撮像画像には必ず消失点が存在する。消失点とは平行群が収束する点である。例えば、直線Q1Q2に対応する撮像面上の直線q1q2と直線Q3Q4に対応する直線q3q4、q1q4、また右辺Q1Q4とq2q3とが完全に平行であれば消失点は無縁遠に存在することになる。無縁遠に存在するとき、その方向には透視射影されても透視効果は現れない。

【0047】本実施の形態では3次元空間内に置かれた平面形状は矩形形状である。従って、物体座標系では2組の平行を有し、画像座標系の撮像画像上ではX軸側、Y軸側のそれぞれに消失点が1つ存在することになる。図11には任意の位置で撮像したときの撮像データ上で消失点の位置を示してある。X軸側に生じる消失点をS0、Y軸側に生じる消失点をT0としてある。q1q2とq3q4との延長した直線の交点が消失点の位置である。

【0048】ステップS113では消失点S0、T0を求めた後、これら消失点と撮像画像の中心Omとを結んだ直線OmS0、OmT0を算出し、これら直線によって特徴付けられる特徴点qs1、qs2、qt1、qt2を求める処理を行う。(ステップS113は図3の消失直線算出手段5112で実行される処理である)

消失点S0、T0と撮像データ中心Omとを結んだ各消失軸S0Om、T0Omが、相隣接する2つの特徴点を通る直線q1q2、q3q4、及びq2q3、q1q4と交わる交点qt1(Xt1、Yt1)、qt2(Xt2、Yt2)、qs1(X



(8)

13

$s1, Ys1)$ 、 $qs2(Xs2, Ys2)$ を算出する。  
 $qt1, qt2, qs1, qs2$ が算出された後の説明において、 $S0Om, T0Om, qt1qt2, qs1qs2$ いずれも消失直線と呼ぶことにする。

【0049】消失直線 $qt1qt2, qs1qs2$ は、平面上で被検出位置 $Ps$ を基準とする各々互いに直交した直線に対応し、被検出位置を算出するための基準直線となる。すなわち、画像座標系( $X-Y$ 座標系)の各特徴点 $qt1, qt2, qs1, qs2$ は、図1の平面座標系( $X*-Y*$ 座標系)における所定平面の特徴点 $T1, T2, S1, S2$ に対応する。

【0050】ステップ $S112$ の消失点算出処理において、 $X-Y$ 画像座標系( $X-Y$ 座標系)の $X$ 軸方向に消失点が無限遠に存在すると判断された場合は、消失直線は $X$ 軸と平行な直線となる。次に、ステップ $S114$ に進む。ステップ $S114$ では、画像座標系( $X-Y$ 座標系)の $X$ 軸が $X$ 軸側の消失直線 $OmS0$ に一致するように $Om$ を中心に角度 $\beta$ 度回転させ、 $X'-Y'$ 座標系とする座標変換処理を行う。このとき、画像座標系の $Y$ 軸が $Y$ 軸側の消失直線 $OmT0$ に一致するように $Om$ を中心  
 20 に角度 $\alpha$ 度回転させ、 $X''-Y''$ 座標系とする座標変換処理でも良い。本実施の形態で用いる処理はいずれか一方で十分である。(ステップ $S114$ は図3の画像座標系変換手段5214で実行される処理である)  
 図13は、画像座標系( $X-Y$ 座標系)を時計回りを正として $\beta$ 度回転させ、 $X'-Y'$ 座標系、 $X''-Y''$ 座標系にそれぞれ画像座標変換処理を説明する図である。

【0051】これらの画像座標系回転操作は3次元空間( $X-Y-Z$ 座標系)における $Z$ 軸回りの回転に相当し、3次元空間内におかれた所定平面の姿勢位置を表すパラメータの1つを決める操作である。このように消失直線 $qs1qs2$ (または $OmS0$ )を $X$ 軸上に一致させることにより3次元空間内に置かれた所定平面上の直線 $Q1, Q2, Q3, Q4$ は $X$ 軸と平行な位置関係となる。

【0052】次のステップ $S115$ において、得られた撮像画像上の $X-Y$ 座標変換後の $X'-Y'$ 座標系における位置座標を基に、画像座標系 $X'-Y'$ 系の特徴点 $q1, q2, q3, q4$ 及び $qt1, qt2, qs1, qs2$ の座標位置に対する平面座標系を有する所定平面上の特徴点 $Q1, Q2, Q3, Q4$ 及び $T1, T2, S1, S2$ の各座標位置の対応づけを行う。これらの対応付けは幾何学的手法を用いた透視射影変換処理を行うことによりなされる。この透視射影処理は、撮像面を基準にした3次元空間( $X-Y-Z$ 座標系)内の撮像面に対する所定平面の姿勢を算出する処理になり、すなわち、平面の姿勢を決定する2つのパラメータである $Y$ 軸回りの角度 $\phi$ と $X$ 軸回りの角度 $\gamma$ を算出する処理となる。なお、透視射影変換処理の詳細は(b2)項にて後述する。(ステップ $S115$ は図3の透視射影変換手段5123において実行される

14

処理である)次のステップ $S116$ は、ステップ $S115$ で算出された所定平面の姿勢パラメータに基づいて、平面座標系( $X*-Y*$ 座標系)上での被検出位置 $Ps$ の座標位置を算出する。被検出位置座標の算出の詳細は(b3)項にて後述する。

【0053】(b2)透視射影変換処理

ここで、撮像面の画像座標系( $X-Y$ 座標系)において矩形形状を特徴づける4個の特徴点の座標が特定された結果に基づいて、3次元空間内に置かれた撮像面に対する所定平面の姿勢パラメータ(俯角 $\phi$ 、仰角 $\gamma$ )を算出するための透視射影変換処理について説明する。

【0054】まず最初に、図14に基づき2次元透視射影変換について簡単に説明する。図14では横軸を $Z$ 軸、縦軸を $Y$ 軸としてある。 $O$ は透視射影変換する際の原点である(以下、透視点と呼ぶ)、1は $X-Y$ 座標系を有する撮像面、2は2次元平面である。図では透視点 $O$ を原点とし横軸に $Z$ 軸、縦軸を撮像面 $X-Y$ 座標系の $Y$ 軸に一致させてある。いいかえれば、撮像面の $X$ 軸は紙面に垂直方向にあり、撮像面の中心を $Z$ 軸に一致させてある。この撮像手段が備えているレンズ光学系の焦点距離を $f$ とする。撮像面1は透視点 $O$ から焦点距離 $f$ の位置に $Z$ 軸上に垂直に置かれていることになる。実際には撮像面の前面位置にはレンズ光学系が置かれ、撮像面には2次元平面の倒立像が結像する構成となっているが、ここでは説明し易くするために便宜上、CCD撮像面の後方焦点の位置に配置する構成としてある。

【0055】また、 $X*-Y*$ 平面座標系を有する所定平面2が、 $Y$ 軸に対して角度 $\gamma$ 度傾けた姿勢にあるとした。 $X-Y$ 座標系を有する画像座標系の各特徴点各 $qi$ ( $i=1, 2$ )は、 $X*-Y*$ 座標系を有する所定平面上の対応する特徴点 $Qi$ ( $i=1, 2$ )に幾何学的な対応付けにより透視射影変換される。その変換式は数1で表される。

【0056】

【数1】

$$Y^* = \frac{Y \cdot f}{f - Y \cdot \tan \gamma}$$

$$Z^* = \frac{f^2}{f - Y \cdot \tan \gamma}$$

【0057】従って、特徴点 $Qi(Y^*i, Z^*i)$ ( $i=1, 2$ )の座標位置は、それぞれ次の数2で表される。

【0058】

【数2】

50

(9)

$$Q_1(Y^*_1, Z^*_1) = \left( \frac{Y_1 \cdot f}{f - Y_1 \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y_1 \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$Q_2(Y^*_2, Z^*_2) = \left( \frac{Y_2 \cdot f}{f - Y_2 \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y_2 \cdot \tan \gamma} \right)$$

【0059】次に、3次元空間内に置かれた撮像面に対する所定平面の位置姿勢を算出する透視射影変換処理について具体的に説明する。図15は、3次元空間内(X-Y-Z座標系)に置かれた所定平面の位置姿勢を説明する斜視図である。図では所定平面の1/4矩形を示しており、撮像面上の所定平面上の特徴点の位置座標 $Q_1(X^*_1, Y^*_1)$ 、 $Q_2(X^*_2, Y^*_2)$ に対応する特徴点座標 $q_1(X_1, Y_1)$ 、 $q_2(X_2, Y_2)$ が示されている。

【0060】図には平面座標系(X\*-Y\*座標系)における被検出位置Psを通り、それぞれの軸に平行な直線と隣接する2つの特徴点を通る直線との交点であるT1、T2それにS2の3点の位置座標が示されている。これら図示されている特徴点T1、T2、S2それに不図示のS1は、撮像画像座標上では消失直線によって特徴付けられた特徴点 $q_{t1}$ 、 $q_{t2}$ 、 $q_{s2}$ 及び $q_{s1}$ に対応する。

【0061】 $Q_3(X^*_3, Y^*_3)$ 、 $Q_4(X^*_4, Y^*_4)$ に対応する座標点 $q_3(X_3, Y_3)$ 、 $q_4(X_4, Y_4)$ については省略してある。本実施の形態では、図中の画像座標系の原点 $O_m(0, 0, f)$ は撮像画像の中心位置とし、この中心位置は撮像しようとする所定平面上の被検出位置と\*

$$T_1(Y^*_{t1}, Z^*_{t1}) = \left( \frac{f \cdot Y^*_{t1}}{f - Y^*_{t1} \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y^*_{t1} \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$T_2(Y^*_{t2}, Z^*_{t2}) = \left( \frac{f \cdot Y^*_{t2}}{f - Y^*_{t2} \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2}{f - Y^*_{t2} \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$S_1(Y^*_{s1}, Z^*_{s1}) = \left( \frac{f \cdot Y^*_{s1} \cdot \tan \gamma}{Y^*_{s1} + f \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2 \cdot \tan \gamma}{Y^*_{s1} + f \cdot \tan \gamma} \right)$$

$$S_2(Y^*_{s2}, Z^*_{s2}) = \left( \frac{f \cdot Y^*_{s2} \cdot \tan \gamma}{Y^*_{s2} + f \cdot \tan \gamma}, \frac{f^2 \cdot \tan \gamma}{Y^*_{s2} + f \cdot \tan \gamma} \right)$$

【0065】

\*してある。3次元空間X-Y-Z座標系の原点 $O(0, 0, 0)$ は、透視射影変換処理する際の透視点としてある。fは焦点距離である。

【0062】所定平面の撮像面に対する位置関係は、X軸回りを撮像面の原点 $O_m$ を中心としてX軸回りに角度 $+\phi$ 、Y軸回りに角度 $+\gamma$ である。これらいずれの角度も時計回りを正としてある。この図ではZ軸回りの回転操作(X-Y座標系を $+\beta$ 度回転)した結果が示してある。

【0063】本実施の形態では、撮像画像(X-Y座標系)上の特徴点 $q_1$ 、 $q_{t1}$ 、 $q_{s2}$ の座標データに基づいて、これらの特徴点に対応する所定平面(X\*-Y\*座標系)上の特徴点 $Q_1$ 、 $T_1$ 及び $S_2$ の座標位置を透視射影変換により算出した。図16は図15に示した3次元空間内(X-Y-Z座標系)に置かれた所定平面をX'-Y'-Z'座標投影平面( $Y' = 0$ )上に正投影した図である。X'-Y'-Z'座標系はX-Y-Z座標系を回転座標変換したものである。X'-Z'座標投影平面上( $Y' = 0$ )には直線S1S2のみが存在している(太線で図示)。X'-Z'座標系の原点 $O_m$ と透視点Oの距離は、撮像レンズの焦点距離fの位置である。各特徴点について透視射影変換により、対応付けを行った、平面座標系における各特徴点の座標位置をX'-Y'座標系における位置座標で表現した結果は、数3、数4で表される。

【0064】

【数3】

【数4】

$$Q_1(X^*, Z^*) = \left( \frac{X_1}{X_2} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_2}{f \cdot \tan \phi - X_1} \cdot X^*, \frac{f}{X_2} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_2}{f \cdot \tan \phi - X_1} \cdot X^* \right)$$

$$Q_2(X^*, Z^*) = \left( \frac{X_2}{X_2} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_2}{f \cdot \tan \phi - X_2} \cdot X^*, \frac{f}{X_2} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_2}{f \cdot \tan \phi - X_2} \cdot X^* \right)$$

$$Q_3(X^*, Z^*) = \left( \frac{X_3}{X_1} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_1}{f \cdot \tan \phi - X_3} \cdot X^*, \frac{f}{X_1} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_1}{f \cdot \tan \phi - X_3} \cdot X^* \right)$$

$$Q_4(X^*, Z^*) = \left( \frac{X_4}{X_1} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_1}{f \cdot \tan \phi - X_4} \cdot X^*, \frac{f}{X_1} \cdot \frac{f \cdot \tan \phi - X_1}{f \cdot \tan \phi - X_4} \cdot X^* \right)$$

【0066】また、図17は図15に図示した所定平面をY'-Z'座標投影平面(X'=0)の上に正投影した図である。Y'-Z'座標投影平面(X'=0)上には直線T1T2のみが存在する。図中には所定平面上の特徴点T1とQ1に対応する撮像画像上の特徴点qt1とq1のみを図示してあり、Q2、Q3、Q4に対応する撮像画像上の特徴点は略してある。Y'-Z'座標投影平面上\*

\*における透視射影変換処理は、先に行ったX'-Z'座標投影平面上での処理と同様な処理を行い、qt1とq1に対応する平面上の特徴点T1、Q1の座標位置を算出する。

【0067】数5には、T1、Q1の座標位置を示した。

【0068】

【数5】

$$T_1(Y^*, Z^*) = \left( \frac{f \cdot Y_1}{f - Y_1 \tan \gamma}, \frac{f}{f - Y_1 \tan \gamma} \right)$$

$$Q_1(Y^*, Z^*) = \left( \frac{Y_1}{f - Y_1 \tan \gamma} \cdot Z^*, \frac{1}{f - Y_1 \tan \gamma} \cdot Z^* \right)$$

$$= \left( \frac{f \cdot X_2 Y_1}{(f - Y_1 \tan \gamma)(X_2 \tan \phi + 1)}, \frac{f}{(f - Y_1 \tan \gamma)(X_2 \tan \phi + 1)} \right)$$

【0069】図16、図17の平面座標系の特徴点T1及びQ1の座標算出処理に着目する。X'-Z'座標投影平面とY'-Z'座標投影平面の2つの座標面に対して透視射影変換処理した結果、特徴点qt1とq1に対応する平面座標上の特徴点T1及びQ1の座標値が得られる。

【0070】図16からはT1(X\*t1, Z\*t1|x)とQ1(X\*1, Z\*1|x)、図17からはT1(Y\*t1, Z\*t1|y)とQ1(Y\*1, Z\*1|y)がそれぞれ得られる。3次元空間内(X'-Y'-Z'座標系)に置かれた所定平面を正投影したX'Z'投影平面(図16)、Y'Z'投影平面(図17)において、Z'軸に関する座標値は各投影平面座標では同じ値をとり、次の関係にある。

$$Z*1|x = Z*1|y$$

$$Z*t1|x = Z*t1|y$$

上記の条件式から次の2つの関係式数6、数7を得ることができる。

【0071】

【数6】

$$\tan \phi = \frac{X_1' X_2' Y_1}{X_1' Y_1 + X_2' Y_1 - X_1' Y_1} \cdot \frac{1}{f}$$

【0072】

【数7】

$$\tan \gamma = \frac{1}{\tan \psi} \cdot \frac{X_1}{Y_1}$$

【0073】上記結果、3次元空間内に置かれた所定平面の姿勢パラメータが画像座標系の特徴点の座標qi、



(11)

19

qtiまたはqsiと撮像レンズの焦点距離とにより簡単な関係式で表現されることがわかった。平面の位置姿勢を表す関係式は、数6及び数7に代え、次の関係式数8及び数9であっても良い。

【0074】数8及び数9示したY軸回りの角度 $\phi$ の回転方向は、数6及び数7と逆である。

【0075】

【数8】

$$\tan \psi = \frac{Y_1 - Y_n}{X_n Y_1 - Y_n X_1} \cdot f$$

【0076】

【数9】

$$\tan \gamma = -\frac{1}{\tan \psi} \cdot \frac{X_n}{Y_n}$$

【0077】これらの関係式に用いられている特徴点qiは、撮像画像で得られた特徴点qi(i=1~4)の1点とこれら4この特徴点から算出された消失点を用いて決定された特徴点qtiまたはqsiを用いて表現されている。本実施の形態の手順では撮像手段により得られた画像データから得られた消失直線qslqs2をX軸に一致するように、X-Y座標系を $\beta$ 度回転させX'-Y'座標系に変換した場合について説明した。もう一方の消失直線qt1qt2をY軸に一致するように、X-Y座標系をX''-Y''座標系に変換して行っても、数式表現は異なるが同様な結果が得られる。

【0078】途中の式は省略し結果のみを数10、数11に示した。

【0079】

【数10】

$$\tan \phi = \frac{Y''_2}{X''_2 \cdot \tan \gamma}$$

【0080】

【数11】

$$\tan \gamma = \frac{X''_2 - X''_1}{X''_2 \cdot Y''_1 - X''_1 \cdot Y''_2} \cdot f$$

【0081】数10、数11では位置姿勢角度パラメータ $\phi$ はq1とqs2の2つの座標値のみで表現されたものを示した。一般に、画像座標系の特徴点の座標位置は画素数で表現され、数6~数11式中に換算係数としてCCD撮像素子の画素サイズが必要となることはいうまでもない。

【0082】以上、説明したように、平面座標系の平面の姿勢パラメータである角度算出式は撮像画像から算出された特徴点の座標データと撮像手段のパラメータである焦点距離fだけで表現された簡単な関係式となっている。従来のような煩雑な座標変換行列式を用いることなく、平面の姿勢パラメータを算出する式が、簡単な式で

20

表現されているため、演算処理能力が低くてもよい、演算誤差が少なくなり精度的に有利などの利点がある。強いては、装置の低コスト化にもつながる。

【0083】さらに、平面の相対姿勢を算出する場合には、平面座標系における平面形状が定性的に矩形形状であるということが既知であればよく、矩形形状のアスペクト比や矩形形状を特徴付ける座標位置データ、撮像面と所定平面までの距離データなど平面に関する位置データは必要ないという利点がある。

10 【0084】(c3)座標位置演算処理

透視射影変換処理により算出された3次元空間内の所定平面の姿勢パラメータに基づいて、平面座標系(X\*-Y\*座標系)における所定平面上の被検出位置座標を座標演算処理手段522により演算する。

【0085】平面座標系X\*-Y\*座標系における所定平面上の被検出位置は、横軸比mi=|S1Ps|/|S2Ps|、縦軸比ni=|T1Ps|/|T2Ps|で算出される。数6及び数7の姿勢パラメータに対応した所定平面の被検出位置Ps(X\*i, Y\*i)の算出式は、X軸比m及びY軸比nで表現すると、数12、数13で表される。これらいずれの式を用いても良い。

【0086】数12は軸比nx、mxを用いた式であり、X-Y画像座標系を $\beta$ 度回転しX'-Y'座標系に変換した場合である。

【0087】

【数12】

$$m_k = \frac{\overline{OS_1}}{\overline{OS_2}} = \frac{|X_{s1}|}{|X_{s2}|} \cdot \frac{|K \cdot X_{s2} \cdot \tan \psi + f|}{|K \cdot X_{s1} \cdot \tan \psi + f|}$$

30

$$n_k = \frac{\overline{OT_1}}{\overline{OT_2}} = \frac{|Y_n|}{|Y_e|} \cdot \frac{|f \cdot \tan \psi - X_{e2} \cdot K|}{|f \cdot \tan \psi - X_{n1} \cdot K|}$$

K:スケールファクタ(画素サイズ)

【0088】また数13は、軸比ny、myを用いた式であり、X-Y座標系を $\alpha$ 度回転しX''-Y''座標系に変換した場合である。

【0089】

【数13】

$$m_y = \frac{\overline{OS_1}}{\overline{OS_2}} = \frac{|Y_{s1}|}{|Y_{s2}|} \cdot \frac{|Y_{e2} \cdot K - f \cdot \tan \gamma|}{|Y_{s1} \cdot K - f \cdot \tan \gamma|}$$

$$n_y = \frac{\overline{OT_1}}{\overline{OT_2}} = \frac{|Y_n|}{|Y_e|} \cdot \frac{|f - K \cdot Y_{e2} \cdot \tan \gamma|}{|f - K \cdot Y_{n1} \cdot \tan \gamma|}$$

【0090】従って、所定平面上の被検出位置の座標位置Ps(Xs\*, Ys\*)は、数12の軸比を用いた場合には数14で表される。

50

【0091】

【数14】

$$P_s(X_i, Y_i) = \left( \frac{m_k}{m_k + 1} \cdot X_{max}, \frac{n_k}{n_k + 1} \cdot Y_{max} \right)$$

【0092】被検出位置の座標 $P_s$ は、矩形形状を特徴付ける4個の特徴点が全て抽出できれば、これら特徴点で形成される形状を基準として算出することが可能である。例えば、スクリーン平面上的表示画像である場合、表示画像の4隅の特徴点に対応する撮像画像の4個の特徴点の位置を用いて、各軸比から被検出位置の座標を算出する。すなわち、X軸に対して長さ $|S1S2|$ を基準にして軸比 $S1Ps/S2Ps$ を算出し、Y軸に対しては長さ $|T1T2|$ を基準にして軸比 $T1Ps/T2Ps$ を算出する。

【0093】また、所定平面上的被検出位置の座標を算出する際には、算出された2つの平面の姿勢パラメータ（俯角 $\phi$ 、仰角 $\gamma$ ）のいずれか1つが算出されていればよい。図18(a)(b)はパソコン画面上のカーソル座標系と投影画像上のスクリーン座標系との対応を説明する図である。スクリーン座標系での被検出位置 $P_s$  ( $X_i^*$ ,  $Y_i^*$ )は、パソコンのカーソル位置制御手段125によりカーソル座標系の被検出位置 $P_c$  ( $U_i$ ,  $V_i$ )に座標変換される。

【0094】今、所定平面としてパソコン表示画面を考えた場合、特徴点はパソコン表示画面に表示されている画像の4隅としておけば、スクリーン上の表示画像の4隅に対応することになる。パソコン画面上に表示される最大ドット数 $U_{max}$ 、縦軸の最大ドット数 $V_{max}$ は予めわかっているので被検出位置の座標が容易に算出される。図18ではスクリーン座標系の $|S1S2|$ 、 $|T1T2|$ にカーソル座標系の $|Sp1Sp2|$ 、 $|Tp1Tp2|$ がそれぞ

れに対応する。

【0095】＜シミュレーションによる位置検出方法の原理検証＞次に、シミュレーション計算を行い、所定平面上的被検出位置 $P_s$ の座標位置を算出し、本実施の形態の位置検出方法の原理検証を行った。まず最初に、検出しようとしている被検出位置の矩形平面上的特徴点に対応する撮像面上の特徴点の座標位置データが必要である。そのために、予め既知の平面の位置姿勢パラメータ（ $\phi$ 、 $\gamma$ ）の値を用いて、撮像面上の画像プロファイルを得るシミュレーション計算を行った。

【0096】所定平面として1500mm×2000mmの100"サイズのスクリーン平面を想定し、撮像距離はスクリーン平面中心より2000mm離れたところより、スクリーン面上の被検出位置として $S1Ps/S2Ps$  ( $m$ とする) = 1,  $T1Ps/T2Ps$  ( $n$ とする) = 1の座標位置（この座標位置はスクリーン中心である）に向けて、撮像することを想定した。

【0097】計算に用いた撮像手段の光学パラメータは、焦点距離のみであり、 $f=5$ mmを使用した。また、撮像面に対するスクリーン平面の姿勢パラメータとして、仰角 $\phi=60$ 度、俯角 $\gamma=5$ 度を用いた。シミュレーション計算結果、得られた画像座標上の座標位置データに基づいて、諸々の関係式数6～数14から算出される姿勢パラメータ値 $\phi$ 、 $\gamma$ 及被検出位置の軸比 $m$ 、 $n$ が、予め設定した値になるか検証した。

【0098】表1には前述した数6～数14を用いて、スクリーン平面の姿勢ならびにスクリーン上の座標系における被検出位置の位置座標を算出した結果を示した。

【0099】

【表1】

(13)

23

画像座標系の計算値を基に算出した  
平面座標系における所定平面の姿勢及び被検出位置の座標

		S1S2消失軸を $\alpha$ 度回転させ、X軸に一致させた場合	T1T2消失軸を $\beta$ 度回転させ、Y軸に一致させた場合
ターゲットの姿勢の面 所定平面	$\alpha, \beta$ (度)	-8.585	0.000
	$\tan \psi$	-1.710	-1.730
	$\psi$ (度)	-59.687	-59.967
	$\tan \gamma$	0.088	0.087
	$\gamma$ (度)	5.044	4.988
被検出位置の座標の面 所定平面	$m$ (=OS1/OS2)	0.996	0.996
	$n$ (=OT1/OT2)	1.000	1.000

【0100】表にはX-Y座標系をZ軸回りに $\beta$ 度反時計回りに回転させ、S軸をX軸に一致させた座標系をX'-Y'座標系とした場合とX-Y座標系をZ軸回りに $\alpha$ 度時計回りに回転させ、T軸をY軸に一致させX''-Y''座標系とした場合について示した。

【0101】その結果、スクリーンの撮像面からの姿勢位置ならびに被検出位置は予め設定した仰角60度、俯角5度という値に対して非常に精度良く一致しており、原理的に正しいことが検証できた。次に本発明の形態に係わるポインティング装置の動作モードについて説明する。

【0102】ポインティング装置が有する基本的な動作モードは、シングルクリック、ダブルクリック及びドラッグの3つある。ポインティング装置の動作について、これらの基本動作に対応させて説明する。図19、図20及び図21は、本発明のレーザーポインタ機能付きのポインティング装置における動作モードの操作処理フローチャートである。

【0103】レーザーポインタによりスクリーン上の被検出位置を指し示す操作は、シャッターボタンと光照射ボタンとが一体となった2段スイッチ（第1操作手段）1つで行われる。この動作は一般に用いられているマウスが所望の位置までカーソルを移動させる動作に相当する。

【0104】ステップS200にて第1操作ボタンである2段スイッチの第1段目を押下することにより光ビーム照射手段の電源がオンとなり赤外線レーザーが照射される。一般のレーザーポインタと同様な扱いで用いるこ

とができ、操作者はスクリーン上の任意の位置を指し示すことができる。

【0105】ステップS201は動作対象オブジェクト（被検出位置）上にレーザー照射位置を合わせる。ステップS202にて第1操作ボタンの2段目のスイッチがオンされる。この時レーザー照射はオフされる。ステップS203にて第1操作ボタンの押下時間により、クリック動作モードかドラッグ動作モードかを判別する。本実施の形態ではこの判別する押下時間を2秒間とした。この時間間隔の設定は任意に設定可能となっている。第1操作ボタンを2秒以上押下し続けるとドラッグ動作モードであると判断され、ステップS205のドラッグ動作モードを選択する。また、ステップS203で第2ボタンの押下時間が2秒以下であれば、ステップS204のクリック動作を選択する。

【0106】図20のステップS206で撮像シャッターがオンとなり画像を取り込む。ステップS207は撮像された画像データから複数の特徴点を抽出するステップである。これら複数の特徴点はスクリーン上またはスクリーン近傍に予め発光素子などを設けておくかまたはスクリーンに表示するときの表示画像とするかは、予め決めておく。

【0107】ステップS206～S211は先に説明した基本処理フロー図8と同じ処理であるので省略する。ステップS212では、スクリーン上の被検出位置の座標が演算処理され、その結果得られた被検出位置の位置信号をPC側に出力する。パソコン側の受信手段により受信し、カーソル制御手段124のカーソル位置制御

手段125にてパソコン画面のカーソル座標位置に座標変換し、接続されているプロジェクタ130に出力する。

【0108】ステップS212ではプロジェクタ130はスクリーンに表示されている画像にカーソルを表示する。次のステップS213では、ステップS212でのカーソルの座標位置において、パソコン側へコマンド実行信号を送出する第3ボタン（第2操作手段）14がONされる。通常のマウスのダブルクリック操作に相当する。次のステップS214に進み、クリック動作が実行されたか否かを判断する。このステップにおいてクリック動作が実行されなければ、ステップS201に戻り、動作するまで繰り返される。

【0109】ステップS213でスクリーンに投影されているカーソルは静止した状態である。すなわち、次の撮像シャッター制御信号がカーソル位置制御手段125に入力されない限り、先に取り込んだ画像データに基づき演算された被検出位置信号がカーソル位置制御手段により保持され、表示画面上のカーソルはプロジェクタを介し投影されている。そのため、ポインティング入力手段の実行制御ボタン（第2操作ボタン）の操作は、カーソル位置と関係なく、どの操作位置から行うことが可能である。

【0110】図21は、図19のステップS205のドラッグ動作モードを選択したときのドラッグ動作を説明するフローチャートである。ステップS221にて、制御部によりある一定の時間間隔で間欠的なクロック制御信号を発生し、その制御信号により撮像シャッターが制御される。この時間間隔の設定はカーソルがスクリーン上に投影される間隔となり、時間間隔が長ければ移動している間に投影されるカーソルの回数が少なくなる。この時間の設定は操作中でも設定可能となっている。

（設定ダイヤルは不図示）ドラッグ動作モード中は第1操作ボタンは2秒以上押し続けている間中、ステップS221～S227が実行される。第1操作ボタンの押下を止めればドラッグ動作は終了する（ステップS228）。ステップS221～S227は基本動作フローチャートと同じであるので説明は省く。また、このドラッグ動作モードのステップS227において、レーザー照射位置（被検出位置）が表示画像領域外の時にOFF、表示領域内の時にONとなるようにしてもよい。

【0111】クリック動作の時にはPC側にコマンド実行信号が送出される。ポップアップメニューボタンは通常のマウスカーソルの右クリックボタンに相当し、単にスクリーン上のカーソルのある位置でポップアップメニュー表示する動作である。このように、本発明の実施の形態で用いられるカーソル動作モードは、一般で用いられているマウスカーソルの扱いと違和感ないように配慮された操作となっている。

【0112】ポインティング入力手段より出力された撮

像画像データやコマンド実行信号などはパソコン側に入力される。パソコン側のこれら信号の動作について説明する。パソコン本体では、ポインティング入力手段から出力された撮像画像データは受信手段121により受信され、入出力インターフェイス（不図示）に入る。撮像画像データは入出力インターフェイスにより信号処理され、画像処理手段5に送出される。画像処理手段5では、撮像画像データに基づいて特徴点の抽出処理ならびに位置演算処理が順次行われる。位置演算処理された被検出位置信号がカーソル位置制御手段に送られ、スクリーン上の被検出位置の座標に相当するパソコンのカーソル座標位置にカーソルが設定される。

【0113】CPUは入出力インターフェイスからの割込信号の発生に伴い、カーソル表示制御手段（マウスドライバ）を起動し、パソコンカーソル座標位置に応じた表示信号を表示制御手段127に送出する。このようなカーソル表示に関する表示制御信号は、表示制御手段127からプロジェクタ130へ送出され、スクリーン画像上に重畳投影される。

【0114】一方、ポインティング入力手段から出力されたコマンド実行信号は、カーソル座標上の被検出位置の座標位置に応じてCPUによりOSやアプリケーション上のコマンドを実行する。このように本実施の形態に係わるポインティング装置は、通常のマウスのように操作平面部を必要とせず、空間的に操作ができるので操作自由度が高く、小型軽量である。その上、操作者は任意の操作位置からスクリーンなど表示画面上の指示したい個所を直接かつ的確に表示や制御ができるため、パソコン遠隔操作が非常に手軽に行える。

【0115】次に、プロジェクタによりスクリーン平面上に投影されている歪んだ画像上の被検出位置を検出する例について説明する。図22は、プロジェクタによりスクリーン平面に投影された画像上の被検出位置の検出するポインティング装置の配置図である。

【0116】図22は図1と同じシステム構成であるが、プロジェクタ光源Os（Xe、Ze）から投影される画像の光軸はX軸に対して角度 $\theta$ で傾いている配置となっている。また、その投影画像の広がり（投射角度）は角度 $\pm\omega$ である。スクリーン上に表示されている投影画像Q'（Q1' Q2' Q3' Q4'）は、矩形原画像Q（Q1Q2 Q3Q4）が幾何学的に歪んだ画像として投影されている。

【0117】図のX軸は撮像視点Oc（0，0）からZ軸方向に焦点距離f離れた位置Om（0，f）で、撮像面に一致させてある。スクリーン平面上の被検出位置Psは撮像面の基準位置Omと一致させてあり、スクリーン平面SはX軸に対して被検出位置Omを中心に角度 $\varepsilon$ 傾けて置かれている。

【0118】まず最初に、スクリーン平面がプロジェクタ光源の光軸に対し垂直に置かれたとき投影される歪み

(15)

27

のない投影画像平面（仮想投影面）を考え、そのときの被検出位置  $P_s$  の座標位置を算出する。仮想投影面は  $O_m$ 、 $P1(X_{p1}, Y_{p1})$ 、 $P2(X_{p2}, Y_{p2})$  を含む面である。被検出位置  $P_s$  の座標位置は  $|O_m P1| / |O_m P2|$  で表される。

【0119】次に、点  $P1$  及び  $P2$  の座標を光源位置の座標  $(X_e, Z_e)$  ならびに  $\theta$ 、 $\omega$  を用いて、数15ならびに数16が得られる。

【0120】

【数15】

$$X_{p1} = \frac{f - Z_e + X_e \cdot \tan(\theta - \omega)}{\tan(\theta - \omega) \cdot \tan \theta + 1} \cdot \tan \theta$$

$$Y_{p1} = \frac{f - Z_e + X_e \cdot \tan(\theta - \omega)}{\tan(\theta - \omega) \cdot \tan \theta + 1} + f$$

【0121】

【数16】

$$X_{p2} = \frac{f - Z_e + X_e \cdot \tan(\theta + \omega)}{\tan(\theta + \omega) \cdot \tan \theta + 1} \cdot \tan \theta$$

$$Y_{p2} = \frac{f - Z_e + X_e \cdot \tan(\theta + \omega)}{\tan(\theta + \omega) \cdot \tan \theta + 1} + f$$

【0122】また、仮想投影画像面上の横軸比  $O_m P1 / O_m P2$  を撮像面上の座標  $q_{s1}(X1, Z1)$ 、 $q_{s2}(X2, Z2)$  を用いて、数17が簡単に得られる。

【0123】

【数17】

$$\begin{aligned} \frac{|O_m P1|}{|O_m P2|} &= \frac{|f - Z_e + X_e \cdot \tan(\theta + \omega)|}{|f - Z_e + X_e \cdot \tan(\theta - \omega)|} \\ &= \frac{|X1| \cdot |f - X1 \cdot \tan \epsilon|}{|X2| \cdot |f - X1 \cdot \tan \epsilon|} \end{aligned}$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{ただし } \tan(\theta - \omega) = \frac{Z_{p1} - Z_e}{X_{p1} - X_e} \\ \tan(\theta + \omega) = \frac{Z_{p2} - Z_e}{X_{p2} - X_e} \end{array} \right]$$

【0124】数17は焦点距離  $f$  ならびに2点の画像座標上の特徴点と撮像面に対するスクリーン平面の傾き角度  $\epsilon$  で表現され、角度  $\theta$  及び  $\omega$  は消え、光源位置には関係ないことがわかる。ここで得られた数17は、本実施の形態で示した数13と同じ式である。

【0125】以上の結果により、被検出位置の座標算出式（数12及び数13）は、スクリーン上に投影された画像に幾何学的歪みがあったとしても、投影画像の幾何学的歪みに関係なく、画像上の被検出位置の座標を算出することが可能であることが明らかになった。すなわ

28

ち、数17はスクリーン平面上に画像投影するプロジェクタ光源位置に関係しないのである。このように、本実施の形態に係わるポインティング装置はプロジェクタ光源からの投影画像上の被検出位置を検出する場合には格段の効果を発揮する。

【0126】

【発明の効果】以上のように、本発明の実施の形態に係わるポインティング装置は、予め撮像面の基準位置を定めこの位置と被検出位置を合わせたこと、複数の特徴点により形成される消失点を用いて演算処理したことなどにより、撮像レンズの焦点距離と矩形形状を特徴づける4個の画像位置データとの少ないパラメータを用いた簡単な関係式を導出できた。このように平面の姿勢検出や被検出位置算出が、煩雑な行列演算処理を必要としないため、高いポインティング精度で、早い演算処理が可能となった。

【0127】また、3次元空間内に置かれた平面の姿勢位置情報を得るための姿勢センサが不要となるので、装置構成は簡素化され、小型軽量化で操作性に優れた装置が実現できる。このように本実施の形態に係わる検出装置は、従来にない新しい入力装置である。特に、投影画面に対しては、たとえスクリーン上の表示画像に幾何学的な歪みが生じても関係なく座標検出が可能となるため、プレゼンテーション、ゲームなど様々な分野における用途の拡大が期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のポインティング装置を説明するシステム構成図。

【図2】本実施の形態の構成ブロック図。

【図3】本実施の形態の平面姿勢演算手段の詳細構成ブロック図。

【図4】本実施の形態の構成斜視図。

【図5】光ビーム照射手段の光学系

【図6】視準手段の光学系

【図7】本実施の形態のパソコン側のブロック構成図。

【図8】本実施の形態の基本動作を説明するフローチャート。

【図9】本実施の形態の画像処理部の詳細フローチャート。

【図10】画像座標系と平面座標系（スクリーン座標系）との関係図。

【図11】撮像されたスクリーン画像。

【図12】撮像されたスクリーン画像。

【図13】撮像された画像面上の各座標系。

【図14】透視射影変換を説明する図。

【図15】3次元透視射影変換を説明する斜視図。

【図16】図15におけるスクリーンの  $X' - Z'$  座標面上への正投影図。

【図17】図15におけるスクリーンの  $Y' - Z'$  座標面上への正投影図。

【図18】スクリーン座標系とカーソル座標系との対応を説明する図。

【図19】本実施の実施の形態に係わる操作処理フローチャート1。

【図20】本実施の実施の形態に係わる操作処理フローチャート2。

【図21】本実施の実施の形態に係わる操作処理フローチャート3。

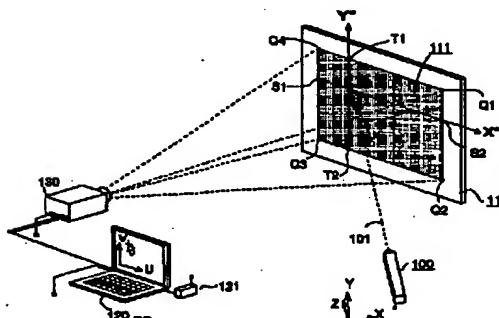
【図22】スクリーン平面上の投影歪み画像上の位置検出を説明する図。

【符号の説明】

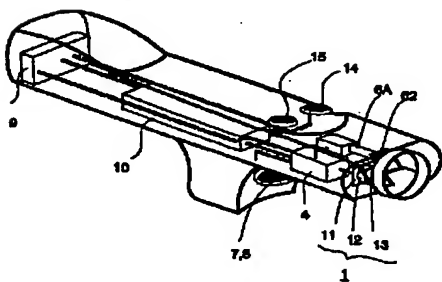
- 1 撮像手段
- 2 A/D変換手段
- 3 フレームメモリ
- 4 制御手段
- 5 画像処理手段
- 6 A 光ビーム照射手段
- 6 B 視準手段
- 7 光照射ボタン
- 8 シャッターボタン (第1操作手段)
- 9 出力信号処理手段
- 10 電源
- 14 コマンド実行信号送出ボタン (第2操作手段)
- 12 ポップアップメニューボタン
- 50 画像処理手段
- 51 特徴点抽出処理手段
- 52 位置演算手段
- 100 ポインティング入力手段
- 110 スクリーン
- 111 スクリーン上に投影されている画像
- 120 パソコン
- 130 プロジェクタ
- 521 平面姿勢演算手段
- 522 座標演算手段
- 5211 消失点算出手段
- 5212 消失直線算出手段
- 5213 消失特徴点算出手段
- 5214 画像座標系変換手段
- 5215 透視射影変換手段

20

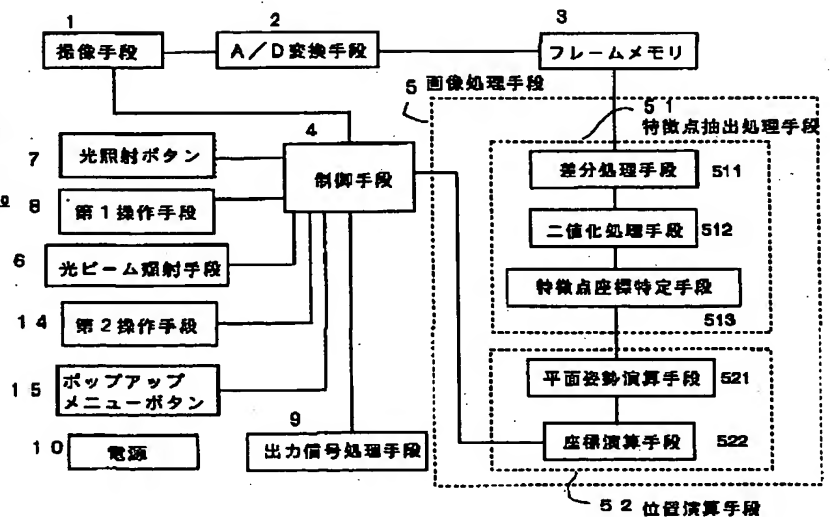
【図1】



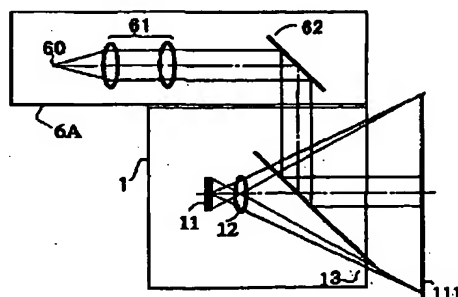
【図4】



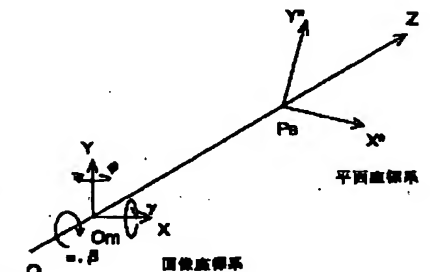
【図2】



【図5】

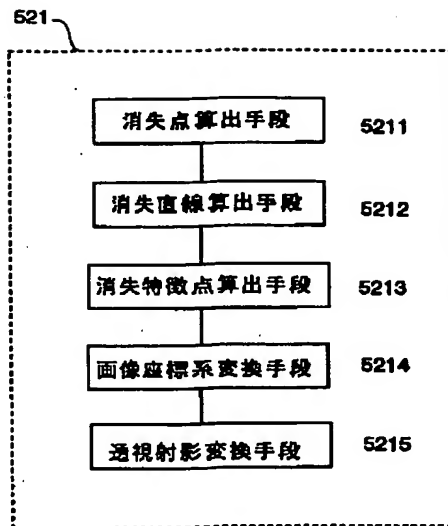


【図10】

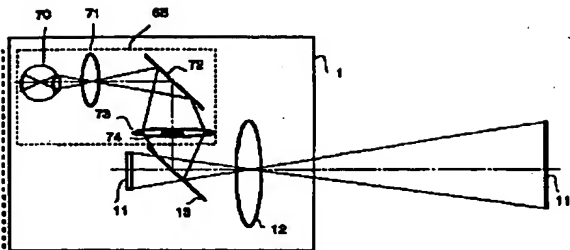


(17)

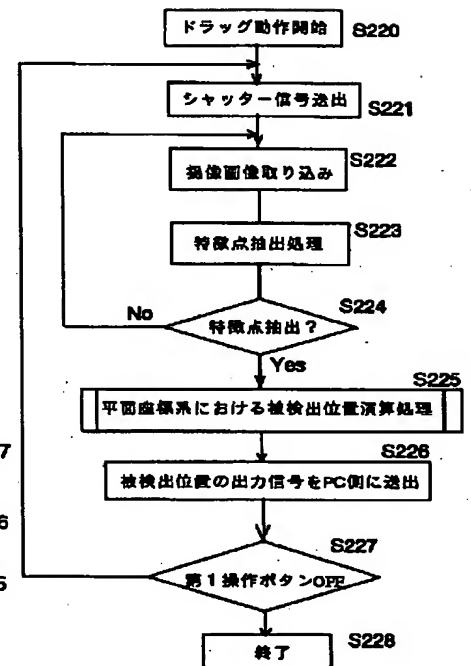
【図3】



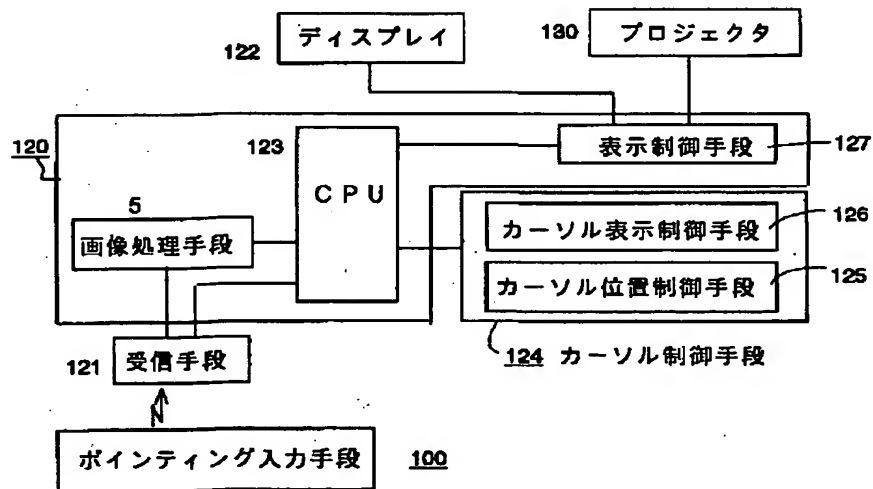
【図6】



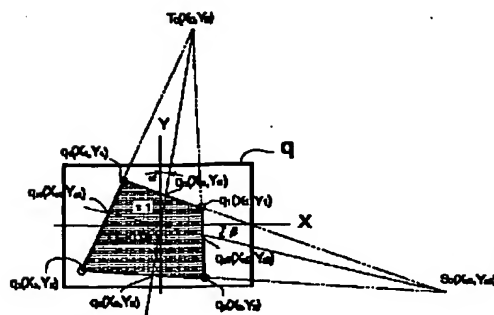
【図21】



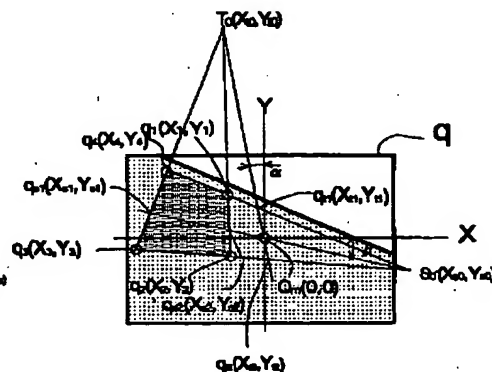
【図7】



【図11】

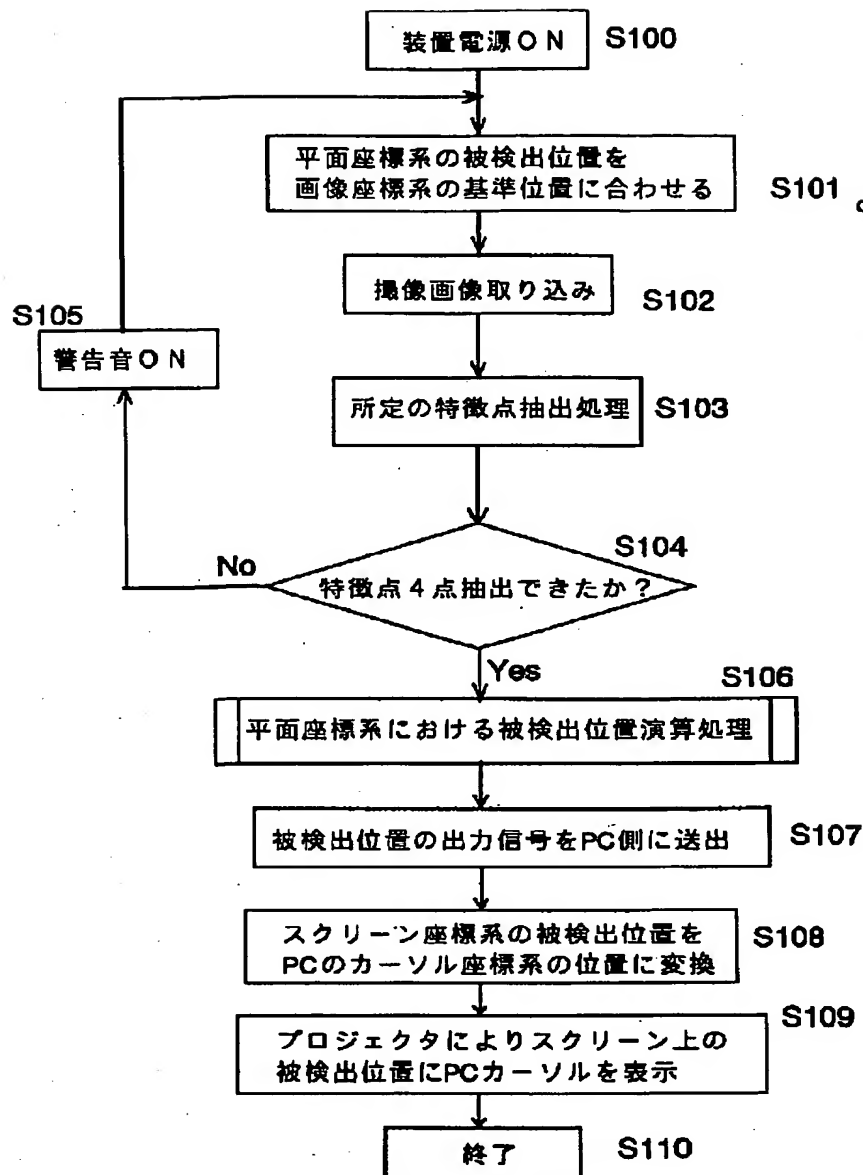


【図12】

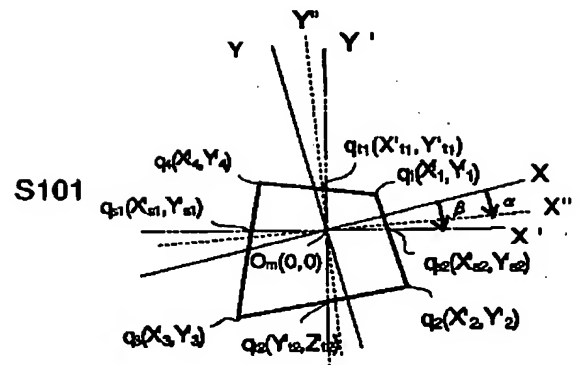


(18)

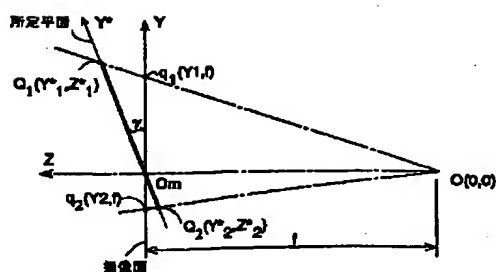
【図8】



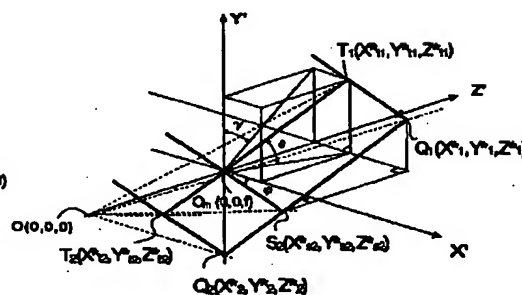
【図13】



【図14】



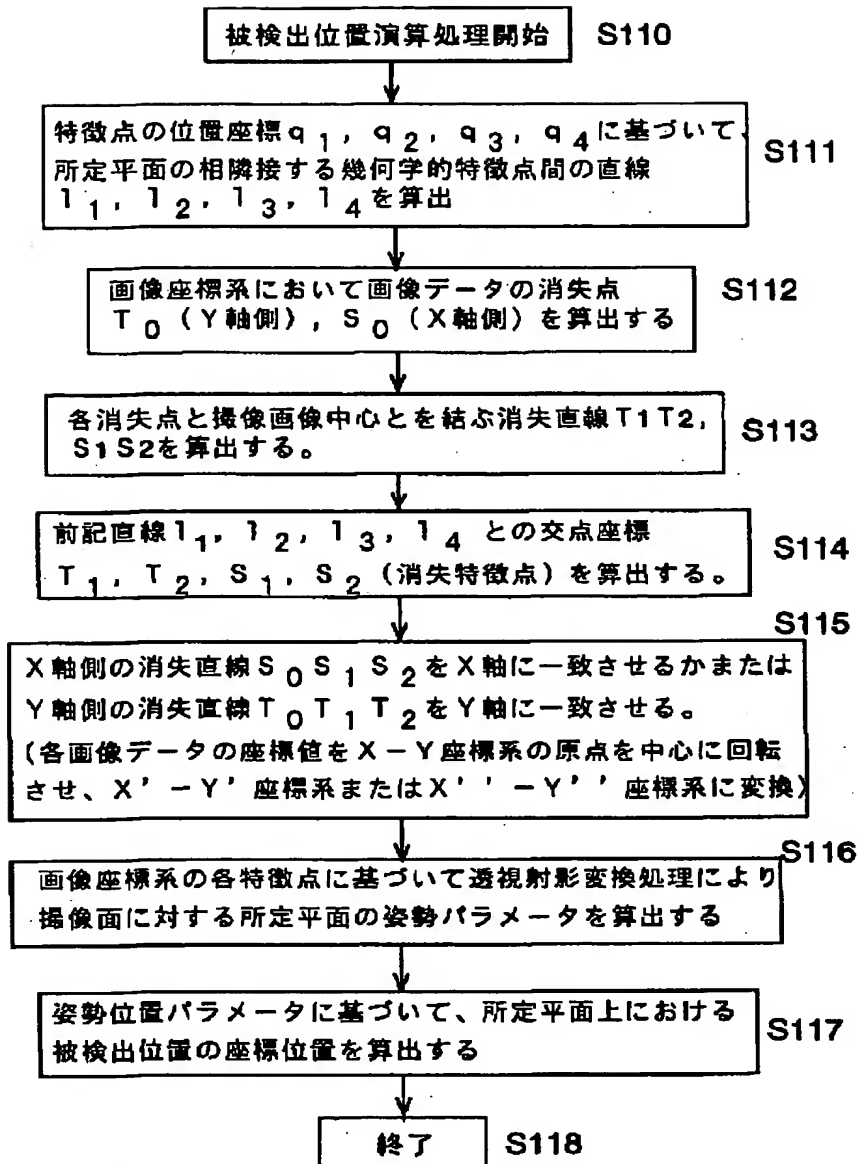
【図15】



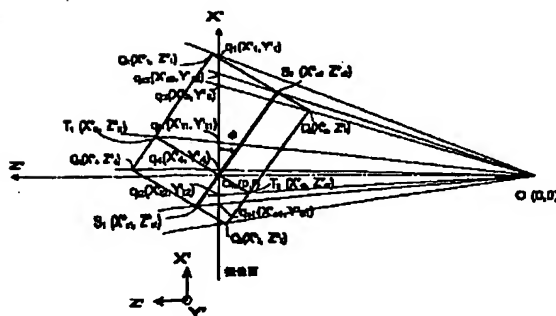


(19)

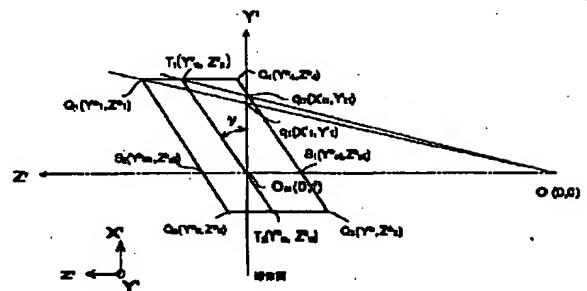
【図9】



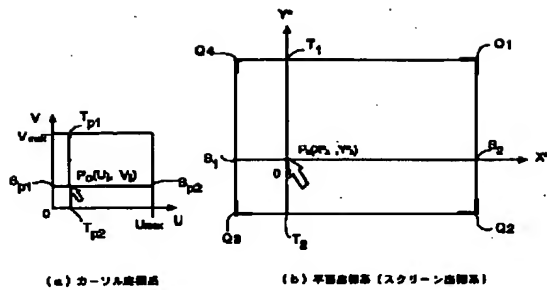
【図16】



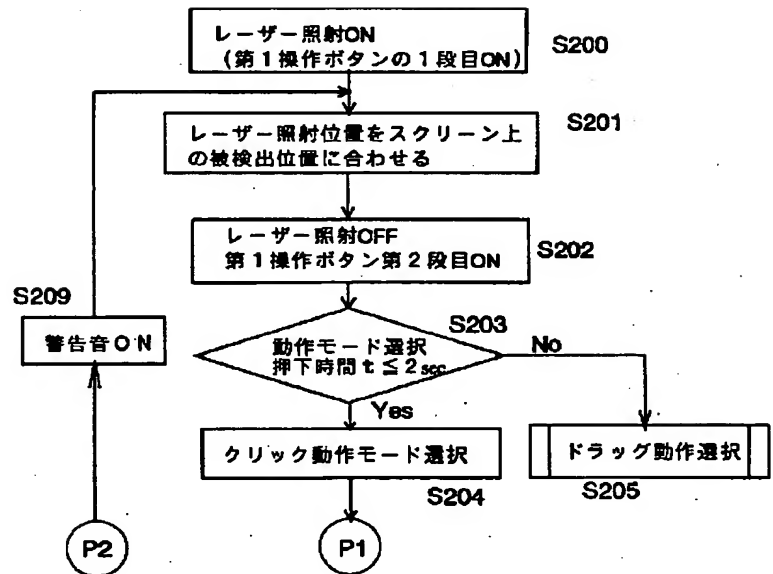
【図17】



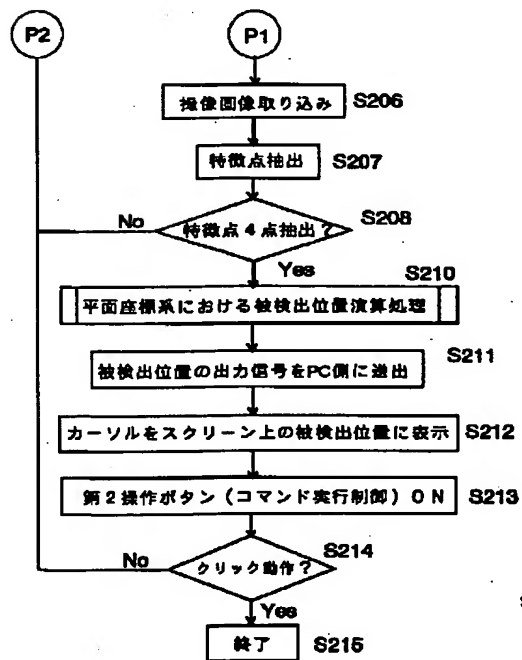
【図 18】



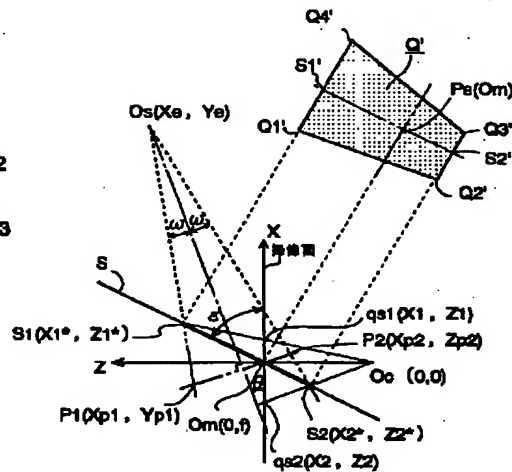
【図 19】



【図 20】



【図 22】



フロントページの続き

(72)発明者 粕谷 純美  
東京都品川区二葉1丁目3番25号 株式会  
社ニコン技術工房内

F ターム (参考)

5B087	AA09	AB14	BC03	CC06	CC09
5E501	AA02	AC14	BA05	CA02	CB09
		CB11	CB14	EA05	EA07
		EA12	EB06	FA02	FA04
				FB04	